

1959年北京地区 冬小麦栽培研究报告选集

北京市科学技术协会筹备委员会作物学会编

农业出版社

小 天

66.11083
171

1959年北京地区 冬小麦栽培研究报告选集

北京市科学技术协会
筹备委员会作物学会編

农 业 出 版 社

中科院植物所图书馆



S0026013

1959年北京地区
冬小麦栽培研究报告选集

北京市科学技术协会筹备委员会作物学会编

*

农业出版社出版

(北京西总布胡同7号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第106号

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷厂印刷

*

850×1168毫米 1/32·11 $\frac{9}{16}$ 印张·插页5页·300,000字

1959年9月第1版

1959年9月北京第1次印刷

印数: 平装0,001—2,900 定价(9) 平装1.45元
精装0,001—0,300 精装2.30元

统一书号: 16144.689 59.9.京型

前 言

北京市科学技术协会筹备委员会作物学会为了进一步贯彻执行农业“八字宪法”，推动1959年小麦秋播准备工作，于1959年8月10日至12日召开了小麦丰产经验座谈会。参加会议的有：北京市及各郊区农业领导和科学研究部门的工作人员，人民公社的农业技术人员和一部分老农，此外还有北京农业大学，北京大学，北京师范大学，中国科学院植物研究所、微生物研究所、土壤队、植物生理研究室，中国农业科学院作物育种栽培研究所、土壤肥料研究所、农业气象研究室等单位的教学研究人员。这个会议打开了过去各个科学研究机关、学会和学校各搞一套互不联系的局面，系统地总结了小麦大面积丰产经验和试验研究的成就，加强了科学研究工作之间的协作配合。在会议上，各单位都简要地介绍了本单位1959年的小麦试验研究工作和丰产试验情况，从小麦栽培学、植物生理学、植物生态形态学、土壤学、土壤微生物学、肥料学、农业气象学等各个不同的角度，反映了小麦深耕、密植、肥料、气象、防倒伏等方面的成功经验和存在的问题。这次各单位提供的有价值的试验研究报告和专题调查报告很多，但由于时间关系不能在会上一一详细介绍，现根据各方面的要求，将会会议资料选辑一部分彙編成册，以供1959年秋小麦播种和科学研究工作的参考。

北京作物学会理事长王志民

1959年9月10日

目 录

前言

丰产經驗总结

北京市郊区1959年小麦增产技术总结.....	北京市农林水利局 (1)
北京地区小麦生产調查的初步总结.....	北京市农业科学院农业研究所 (16)
紅星人民公社小麦大面积丰产調查.....	北京市紅星人民公社 (38)
中德友好人民公社楼梓庄小麦专业队的小麦是怎样获得丰收的.....	北京市朝陽区农业科学研究所 (47)

專 題 研 究

合 理 密 植

小麦密植問題的討論.....	北京农业大学小麦綜合研究組 (53)
小麦密植研究.....	中国农业科学院作物育种栽培研究所 (67)
从中国科学院小麦丰产試驗田試談小麦合理密植的生理基础和一些指标.....	中国科学院生物学部小麦丰产試驗研究小組 (84)
从生态、形态方面看小麦的合理密植.....	北京大学生物学系植物生理教研室小麦田工作組 (101)
从植物学角度看小麦的合理密植問題.....	中国科学院生物学部小麦丰产試驗研究小組 (112)

河南省小麦合理密植問題.....北京农业大学(147)
下放队河南大队

播种密度对冬小麦生长
发育状况影响的初步观察.....北京师范大学(173)
生物学系

小麦倒伏的原因和防止方法.....北京农业大学(179)
农学系

深耕、施肥和灌溉

小麦丰产試驗田深耕問題的探討...中国科学院生物学部(190)
小麦丰产試驗研究小組

关于深耕与土壤熟化問題.....中国农业科学院(201)
土壤肥料研究所

冬小麦根系田間初步观察.....中国科学院(216)
植物研究所

不同施肥、深耕条件下
冬小麦对氮、磷、鉀的吸收量.....中国农业科学院(230)
土壤肥料研究所

河北省徐水县
小麦灌溉的調查报告.....北京农业大学徐水下放(239)
大队小麦綜合研究組

深耕、施肥对土壤微生物的影响...中国科学院生物学部(249)
小麦丰产試驗研究小組

其 他

关于北京地区冬小麦播种期問題的探討.....中国科学院(260)
植物研究所

北京地区1958—1959年
小麦生育期間的农业气象条件.....中国农业科学院(271)
农业气象研究室

小麦丰产試驗田的小气候
与小麦的生长发育.....中国科学院生物学部(280)
小麦丰产試驗研究小組

冬小麦密植的农业气象条件.....中国农业科学院(318)
农业气象研究室

666粉剂防治小麦地下害虫

的結果和存在的問題.....中国科学院生物学部(330)
小麦丰产試驗研究小組

河北省徐水县商庄人民公社小麦生产

綜合措施經濟效果調查.....北京农业大学农經(343)
系技术經濟研究組

从1959年北京地区小麦丰产經驗

談小麦的播种密度、追肥和灌水問題.....蔡 旭(350)

关于小麦丰产的若干問題.....卜慕华(356)

北京市郊区1959年小麦增产技术总结

北京市农林水利局

1959年，北京市郊区广大农民群众和干部在党和政府的正确领导下，在全郊区实现人民公社化的基础上，经过十个月的奋战，認真贯彻执行了农业增产“八字宪法”，取得了小麦全面大丰收。丰台区石景山人民公社，全社种植3,515亩小麦，平均亩产量462斤，其中有216亩平均亩产761斤。大兴区红星人民公社的16,185亩小麦平均亩产342.4斤，比1958年的18,735亩平均亩产107斤的产量，提高两倍多。原来一些低产地区和以往沒有种过小麦的地区，1959年也获得了丰收。如红星人民公社瀛海大队全队4,000亩小麦，平均亩产340斤，比1958年的平均亩产72斤增长四倍。又如周口店区琉璃河人民公社兴里洼1959年小麦平均亩产270斤，比1958年亩产107斤增长了一点五倍，其中有92亩平均亩产564斤。密云县高岭人民公社古北口河西大队以往沒有种过小麦，第一年試种的98亩小麦，虽然后期遭受雹灾，平均亩产量仍达到380斤，其中沒有受灾的58亩，亩产量达到522斤。

1959年郊区小麦获得大丰收的主要原因是認真贯彻执行了农业增产的“八字宪法”。

一 全部麦田实行了不同程度的密植

(一)播种量多少合适 1959年郊区小麦每亩播种量一般是30—40斤，比往年15—20斤增加一倍左右，个别小面积的試驗田每亩播种量有的达到70—80斤，甚至100斤以上，也有少数的每亩播种25斤左右。到小麦成熟时，一般每亩实际有效穗数为40到50万左

右，多的每亩达到60到70多万穗，比较稀的每亩有效穗数也有30万左右，比往年每亩15—20万穗增加了二、三倍。凡实行合理密植的，水利、施肥、田间管理跟上去的，都获得了高产。

根据调查，丰台区蘆沟桥人民公社大瓦窑生产队种植小麦201亩，每亩播种量平均31斤，每亩有38—40万穗，平均亩产417.3斤；同社张仪村生产队种植356亩小麦，每亩播种34斤，每亩有38万多穗，平均亩产463.4斤；国营南郊农场种植小麦4,914亩，每亩播种40到50斤，每亩有40—60万穗，平均亩产量484.2斤（见下表）。

区别	地 点	1958年			1959年			
		面积 (亩)	播种量 (斤/亩)	亩产量 (斤)	面积 (亩)	播种量 (斤/亩)	每亩穗数 (万)	亩产量 (斤)
丰台区	蘆沟桥人民公社小屯大队大瓦窑生产队	174	12—15	163	201	31	38—40	417.3
丰台区	蘆沟桥人民公社张仪村生产队	620	15—16	205	356	34	38.5	463.4
国 营 南 郊 农 场		981	23	292	4,919	40—50	40—60	484.2

从以上的材料看，每亩播种量30—40斤的，产量相差不大，一般情况下都能达到400斤以上。但是水肥足、管理特别好的，每亩产量也能够达到1,000斤左右，如朝阳区高碑店人民公社有3.6亩丰产田，每亩播种量40斤，亩产达到1,181斤；又如丰台区蘆沟桥人民公社有2.13亩小麦，每亩播种量34斤，亩产达到1,081斤。

另外，每亩播种量在30斤以下的，由于管理特别好，亩产量有的也达到了500斤以上，如大兴区红星人民公社旧宫大队有50亩小麦，每亩播种量22斤，亩产576斤；朝阳区高碑店人民公社有5亩小麦，每亩播种量23斤，每亩774斤。

从1959年郊区小麦生产的实际材料来看，在一定程度内增加播种量以后，单位面积穗数增加，每亩产量就会相应地提高，因此适当增加播种量，实行合理密植，是提高小麦产量的基本关键。但是播种量超过一定限度时，单株营养面积过度缩小，地上部分空间不足，个体发育受到过分的抑制，单株分蘖减少，每亩总穗数就不

能按比例的增加,麦穗反而变小,同时粒数也会减少,产量不但不能继续提高,有的还会下降。根据大兴区红星人民公社播种量的试验:每亩播种量30到40斤的有效穗数为50—60万,每穗平均结粒16.5到20.5个;播种量50—60斤的,有效穗数略有增加,但是每穗粒数减少到14—16个;播种量超过70斤的,虽然增加到78.5万穗,但不孕小穗比例增大,单穗粒数和千粒重显著下降,反而不如每亩播种量30—40斤的产量高(见下表)。

地 点	播 种 量 (斤/亩)	每 亩 有 效 穗 数	单分(包 株括 有主 效茎) 穗数	单 穗			每 穗 粒 数	千 粒 重 (克)	亩 产 量 (斤)
				小穗数 合 计	结 实 小穗数	不结实 小穗数			
大兴区 红星人 民公社 金星大 队	30	599,850	1.23	15.38	13.18	2.20	20.52	34.1	748.0
	40	566,990	0.95	15.27	12.36	2.91	16.52	33.4	613.8
	50	592,468	0.71	14.97	12.61	2.36	15.85	33.7	584.9
	60	648,225	0.70	13.00	10.68	2.32	14.17	34.2	569.7
	70	785,376	0.73	13.45	10.93	2.25	13.74	31.4	598.5

又如平谷县城关公社西高村大队的试验观察,播种量愈多,每株分蘖逐渐减少,返青后到抽穗时死株死蘖增多,收获时每亩有效穗数与播种量少的趋于一致。可是播种量愈多,单穗粒数、千粒重也愈降低,因此,产量反而下降(见下表)。

地 点	播 种 量 (斤)	苗 高 (厘米)	单株分蘖数 (包括主茎)	单根 株永 久(个)	每亩苗数(万)		每穗 数 (万)	单 穗			千 粒 重 (克)	亩 产 量 (斤)
					4月16日	5月21日		小穗数 合 计	结 实 小穗数	不结实 小穗数		
平谷县 城关公社 西高村大 队	30	4.6	5.5	5.6	382.8	133.2	63.5	14.96	12.32	2.64	35.45	913.8
	50	5.02	3.95	3.7	471.6	137.4	62.2	14.44	12.48	1.96	31.24	743.0
	70	4.44	2.6	2.4	488.4	152.4	63.3	14.92	11.96	2.96	33.15	707.0
	100	4.4	2.8	1.3	501.6	170.4	60.0	14.72	11.96	2.76	32.55	600.3
	150	4.7	2.2	1.2	550.2	194.4	60.9	13.72	10.56	3.16	31.45	540.9
	200	5.2	1.4	—	550.8	169.2	60.7	14.44	11.12	3.32	30.85	468.9

大面积的丰产田和小面积的试验田都说明:要实行合理密植,提高小麦单位面积产量,不能孤立地单独依靠增加播种量。因为小

麦具有分蘖的特性，必須在适当增加播种量的前提下，适时播种，水肥充足，田間管理得法，才可以获得較高的产量。所以农民們說：“种密了不一定是好麦子，种稀了长密了才是好麦子”。这句话是有一定道理的，因此，絕不能認為播种量愈多愈好，苗子愈密愈好。

从1959年小麦大面积丰产的结果証明：实行合理密植是小麦获得高产的主要条件，这一点是可以完全肯定无疑的。小麦密植到什么程度为好呢？我們認為从当前的技术条件和管理水平出发，以每亩播种量30斤左右、有效穗50万左右較为适宜，每亩播种量超过40斤、有效穗超过70万，由于播种过密，虽能取得較高的产量，但是面积大了，田間管理困难，后期易于倒伏，产量很不稳定。播种量多少，还应分別不同条件具体調整，一般来講，水澆地多于旱地；肥地多于瘦地；特別肥沃的土地应减少播种量；大粒种子多于小粒种子；晚播的多于早播的；抗寒力差的品种多于耐寒品种；平壟应多于大壟套作的。

(二) 什么播种方式好 1959年郊区小麦播种的方式主要有：机播、畜力开沟播、耩播、撒播四种。从小麦生长发育情况和单位面积产量来比較，在这四种方式中以机播为最好，因为机播播的匀，适合密植的要求，能够充分利用地力，保証单株有均衡的营养面积，有利于通风透光，今后应普遍采用。

其次是畜力开沟条播，其中又分窄行窄幅和寬行寬幅两种。在同一播种量的情况下，窄行窄幅比寬行寬幅的好，播幅較窄，麦壟密，播幅間通风透光，单株营养面积大，产量比較高，据大兴区紅星人民公社西紅門大队調查結果如下表：

处 理	淨 行 距 (尺)	播 幅 (尺)	每 亩 穗 有 数 (万)	单 株 有 效 穗 (包 括 主 茎)	单 穗			每 穗 粒 数	每 亩 产 量 (斤)	备 考
					小 合 穗 数 計	結 小 穗 实 数	不 小 結 穗 实 数			
寬行寬幅	1.20	0.9	50.7	0.73	11.85	8.00	3.85	8.17	204	倒伏重
窄行窄幅	0.45	0.36	42.5	1.00	14.26	9.08	5.18	14.60	310	部分輕微倒伏

注：每亩播种量40斤。

但是播幅过窄,行距过宽,种子占有面积过小,种子密集,麦苗拥挤,土地利用率低,也不能达到高产的效果。

耩播也可以达到匀播密植的要求,但是有的由于使用技术不熟练,有些耩制作的不够规格,因此有的播种不均,出苗不齐。今后,在播种机不足的地区可以继续采用耩播,但是必须提高耩的使用技术,改进耩的质量,以适应密植均匀的要求。

撒播的稀密不均,不利通风透光,也不便于田间管理,今后不宜采用。

今后不论采用那一种播种方式,都要因地制宜地照顾到原有平作、间作、套种等耕作制度。

(三)小麦什么季节播种好 1958年郊区播种小麦,由于准备足,动手早,一般比往年提早五、六天,大部分是白露后期和秋分播种的。其中白露节播种的面积约占10%;秋分节播种的最多,约占75%多,寒露节播种的晚小麦面积不足15%。

从大面积小麦生长情况结果看来,秋分节播种的表现最好,产量比较高。如昌平区小汤山人民公社大东流管理站秋分节头(9月24日)播种的小麦,每亩有73万穗,亩产量529斤,比寒露节头(10月6日)播种的每亩多25万穗,增产20.6%。

白露播种的虽不如秋分播种的好,但比寒露节播种的产量显著要高。如大兴区榆垓人民公社求贤大队的试验,白露节(9月15日)播种的,亩产量365斤,比秋分节播种的少51斤,但比寒露节(10月15日)播种的高54斤(如下表)。又如丰台区蘆沟桥人民公社小屯

地 点	播 种 期	每 亩 有 效 穗 数	单 分 株 有 效 穗 数	单 穗			每 粒 穗 平 均 数	计 算 亩 产 量 (斤)
				小 穗 数 合 计	结 实 小 穗 数	不 结 实 小 穗 数		
大兴区榆垓人民公社求贤大队	9月15日	450,000	0.88	12.5	8.1	4.4	14.6	365
	9月25日	590,000	0.40	11.4	6.8	4.6	12.7	416
	10月5日	660,000	2.25	12.0	6.4	5.6	10.1	370
	10月15日	700,000	0.10	10.9	6.9	4.0	8.0	311

注:品种碧蚂1号。

大队的7块丰产田，亩产600—1,100斤，也都是在白露节(9月9日到22日)播的种。

为什么寒露种麦产量低呢？因为冬小麦播种后，約經20多天才开始分蘖，分蘖开始到盘好墩要有一个多月的生长发育时间，小麦分蘖需要日照良好，肥水充足，在10—15°C是适于分蘖的良好条件。但是郊区进入10月以后，气温下降很快，寒露播种的小麦，由于气温低，出苗晚，开始分蘖迟，同时，进入晚秋后风多天干，土壤水分会减少，不能满足播种过晚的小麦在冬前生育所需要的条件。由于前期生育不好，小麦返青也較晚，再加上1959年春晚霜推迟，4月間連續遭受三次霜冻为害，因此晚播小麦单位面积內有效穗数显著减少，产量一般都不高。当然，也有少数寒露种的小麦，因为加肥、加水、管理条件特别好，也能够获得較高的产量，但是成本較高，面积大了管理有困难。

播种太早也不好。白露节头或白露以前播种的小麦，因为当时气温高，越冬前生长时间过长，生育阶段提早，有的麦田曾出現了拔节甚至抽穗現象，造成减产或收成无望。特别是肥水充足的土地和春性較强的碧蚂1号品种，更不能播种过早。

因此，我們認為郊区播种冬小麦最适宜的时期，是从白露后期起到秋分节尾止，尽可能不播种寒露麦。

二 增施了肥料

1958年秋播小麦一般每亩底肥在5,000—10,000斤左右，比过去增加一、二倍，同时在小麦生长时期有90%的麦田增施了追肥。另外，有少数試驗田每亩施肥几万斤到几十万斤，也有少部分晚麦田施肥量很少。由于1958年一般麦田增施了底肥，使小麦在生育阶段有足够的养分，促使了小麦有效穗的增加，因而出現了过去沒有过的大面积株多、穗大、粒飽的丰产田。从大面积增产的实际效果来看，在合理密植和灌溉的基础上，只要每亩麦田施較好的底肥万斤左右，亩产量就可能达到400斤以上。增施肥料的效果很显著，如昌

平区小湯山人民公社的調查，每亩施底肥20,000斤与8,000斤的麦田相比較，施20,000斤底肥的麦田，分蘖多，永久根多，小穗多，籽粒重，产量增加16.2%(見下表)。

每亩基 肥数量 (斤)	单分 株有 效数	单根 株永 久数	单 穗			每穗 粒数	每亩有 效穗数 (万)	亩产 量 (斤)	增 产 (%)
			小穗数 合 計	結 实 小穗数	不結实 小穗数				
20,000	0.6	12.1	16.38	12.32	4.08	21.05	51.84	545.9	116.2
8,000	0.22	9.06	15.18	10.72	4.46	20.2	46.57	470	100.0

又如大兴区榆垓人民公社調查，每亩施底肥4,000斤的麦田比施底肥2,000斤的增产59.4%(見下表)。

每 亩 底肥量 (斤)	每 亩 追肥量 (斤)	单 穗			每穗 粒数	每亩 有效穗 有数 (万)	亩产量 (斤)	增 产 (%)
		小穗数 合 計	結 实 小穗数	不結实 小穗数				
4,000	粪稀150, 硫酸铵20	11.8	8.2	3.6	13.0	52	338	159.4
3,000	粪稀150, 硫酸铵20	9.8	7.1	2.6	10.2	57	290	136.7
2,000	粪稀150, 硫酸铵20	7.6	5.4	2.1	8.7	50	212	100

从1959年麦田施肥情况来看，提高小麦产量主要是靠增施氮肥，郊区有近40多万亩小麦，亩产在100斤以下，这些麦田主要是水和氮肥不足，这是因为在密植以后，需要肥料更多，如果肥力不足，虽然穗数有所增加，但是小麦生长黄弱，穗头小，結果产量不高。当然，施用氮肥过多了，管理不好，麦苗会发生倒伏，从1959年的情况来看，倒伏的是极少数的，只要施肥得当，管理好，倒伏是可以防止的。就是倒伏的麦田亩产量仍然有收到600—700斤的。因此要使低产的麦田变成高产，应该以增施氮肥为主，在氮肥足的基础上适当增施磷、鉀肥料。

有了肥料，如何施好以充分發揮肥料的作用，也是个很重要的問題。在1958年秋天种麦的时候，施用底肥方法大多是結合深翻施

“大鋪糞”，也有的撒沟子糞和种子中混拌化肥的，但是“大鋪糞”不如沟施的肥力集中，利用率高，增产作用显著。因此用畜力开沟播种的，施用底肥以采用鋪撒与沟施相结合的方法为宜。底肥少的，应该全部沟施。并且要增施种肥，以保证小麦苗期肥力足、分蘖多，根系发育良好。

在追肥方面1958年冬天主要是追施“蒙头糞”。蒙头糞必须发酵捣碎，结合冬灌施用。旱地“蒙头糞”易被风吹走，一不注意肥效损失很大，同时天不下雨肥效就不能充分发挥作用。还有一部分麦田在冬前浇了糞稀水，这种作法有保温和防止盐碱为害的作用。如大兴区庞各庄人民公社凡是碱地麦田追施糞稀的，麦苗返青后叶片浓绿，生长健壮，死苗很少。

旱地麦田应在返青时结合春耕施足补肥，后期脱肥时用速效性氮肥补肥；水浇地麦田除了在拔节前结合浇水追肥外，还应在拔节后期追施速效性氮肥，补充生长后期养分的不足。根据朝阳区和平公社的试验结果，在同样条件下，拔节后期每亩追施硫酸铵15斤，亩产小麦169斤；而早在返青期每亩追施硫酸铵25斤、炕烟子150斤、大糞面100斤，后期没有追肥的麦田，每亩产量只有111.4斤。因此，在拔节后期用适量速效性氮肥作追肥，增产效果比较大。但在开始拔节时追施氮肥，如果量大集中，就易引起徒长，这一点应该注意。

为了增施麦田肥料，1958年各地在种麦前制造了很多土化肥，其中大部分效果很好，对小麦增产起到很大作用。有效的土化肥今后应该继续制作。制造土化肥的目的是为了增加肥效，开辟肥源，解决肥料不足的问题，但是有些土化肥由于没有很好的分析测定，有的肥效很低，增产的效用不大；还有小部分土制化肥需用劳力很多，投资很大，不但不增加肥效，反而有害土壤；有的使用大量石灰、盐、碱作为原料，不但没有肥效，浪费了劳力，而且还发生毒害。如周口店区房山人民公社岗上村的试验田，每亩施的土化肥中含盐200多斤，结果没有出苗，虽然换土重种，在原来堆积土化肥的地

方仍不出苗。也有的社队过分夸大細菌肥料的作用，以細菌肥料代替底肥，結果小麦肥力不足，今后都应注意糾正。

三 扩大水浇麦田的面积，及时合理灌水

1959年麦田实际澆上水的面积达到60万亩。自4月下旬到灌浆成熟时，郊区大部地区基本无雨，天气干旱，因此，澆水的增产效果更为显著。如怀柔县桥梓人民公社有18亩麦田，根据小麦生长的需要澆水五次的，平均亩产427.8斤；另有8亩未澆水的，每亩产量只有70斤，相差五倍之多。从郊区大面积水澆麦田产量来看，在合理密植、施肥足的基础上，只要适时澆水的，一般每亩产量都在300—400斤以上。有些麦田虽然实行了合理密植，肥料足，但是由于沒有澆水，产量很低。如朝阳区和平人民公社第五管理站种植的7,023亩小麦，基肥、追肥每亩各用粗肥5,000斤左右，全部密植，每亩播种量35—40斤，因为只有1,000亩澆过一次水，其余都沒有澆水，結果平均亩产小麦124.0斤。

1959年郊区小麦虽然取得了丰收，但是总的平均亩产量还不算很高。主要原因是旱地面积占的太大，約有70多万亩，已經澆上水的60万亩，因为整地不平，澆水不匀，不能充分发挥增产作用，影响小麦产量的全面提高。

根据1959年灌溉的經驗，按照小麦生长的需要，在麦田灌水上应掌握以下几个关键：

(一)底墒水 底墒水可以保证种子发芽，苗齐、苗全，促进小麦冬前分蘖和根系的发育，防止深翻后因土壤下陷拉断根系，造成死苗。周口店区长沟人民公社南尚乐調查，深翻5尺、耕前澆底水的麦田，出苗整齐，死苗5%；深翻3尺、耕前未澆底水的麦田，不但出苗不齐，而且死苗达到15%。

(二)灌冻水 冻水具有防寒保墒作用。但是冻水澆的过晚或过量，就会引起大量死苗。平谷县华山人民公社胡店大队，有30亩麦田在12月初澆冻水后結了冰，受害严重的有70%的麦苗死亡。根

据大兴区采育人民公社調查，冬至节澆冻水的麦田，死苗率达35.8%，比立冬节澆冻水的增加24.7%。

澆冻水时期	冬前苗数 (1月10日)	冬后苗数 (3月16日)	死苗数	死苗率 (%)
立 冬 节	3,192	2,837	355	11.1
小 雪 节	2,138	1,827	311	14.5
大 雪 节	2,228	1,774	454	20.4
冬 至 节	777	439	278	35.8

注：苗数系按每平方米面积內的苗数計算。

冻水灌的过大，容易返碱，造成土壤空气不足，麦苗窒息而死，返青晚，苗子瘦，穗子小，单穗结实少。通州区永乐店人民公社柴厂屯管理区兴隆生产队，澆冻水过大的麦田，每亩产量比适量澆水的低二倍左右(如下表)。

灌水量	澆冻水时期	株高 (厘米)	每 亩 苗 数 (万)			单 穗		亩产量 (斤)
			有效穗数	无效穗数	无效穗%	结 实 小穗数	不结实 小穗数	
适 中	11月25日	96	41.2	9.0	21.8	9	3	374
积 水	11月25日	58	23.3	10.2	43.8	5	2	117

因此，越冬前低洼过湿或土壤水分充足的麦田，不宜机械的执行澆冻水。

(三)返青水 一般高燥地、渗水力强的砂質土，或冻水不足，早春呈现干旱的麦田，澆返青水有一定增产效果。但是，返青水不宜硬性澆灌。因为小麦返青时气温低、蒸发量小，麦苗生长慢，不需要大量水分，同时早春尚未完全解冻，在时冻时化的情况下，早澆返青水容易发生冰冻死苗。如周口店区琉璃河人民公社蘆村生产队的低洼麦地，1959年2月22日澆了返青水的，澆后结冰，死苗达50%，没有冻死的也生育的不好，植株矮小。因此，低洼潮湿麦田或土壤保水力强、返青时不干旱的麦田，返青前不宜澆水，应在澆冻水的基础上加强早春保墒，返青水可与拔节水合并来澆。

(四)拔节水 小麦拔节期間正是生长盛期,小穗正在分化,逐漸孕穗完成,必須有足够的水分,才能順利吸收养分,巩固有效分蘖,增加单穗的小穗数和粒数。如果当时干旱,为了促使小麦生长,应在返青后期小麦尚未进入拔节阶段提早进行灌溉。在拔节时澆水,容易造成倒伏。

(五)抽穗揚花水 根据調查,抽穗期土壤水分充足,麦穗可以提早抽齐两天,利于揚花受粉,增加单穗結实率。如丰台区蘆沟桥人民公社张仪村生产队,在澆返青水后澆抽穗揚花水的麦田,比不澆抽穗揚花水的每穗結实小穗和粒数都显著增多(見下表)。

澆 水 情 况	大 穗 单 穗			小 穗 单 穗			单 穗 粒 数	
	小穗数 合 計	結 实 小穗数	不結实 小穗数	小穗数 合 計	結 实 小穗数	不結实 小穗数	大 穗	小 穗
澆 抽 穗 揚 花 水	15.7	14.28	1.45	14.1	10.3	3.8	29.25	16.8
未澆抽穗揚花水	16.5	13.8	2.72	15.9	9.85	6.05	26.32	14.35

但是如果澆的太早,在拔节水后紧跟着澆抽穗水,也容易引起倒伏。周口店区琉璃河人民公社蘆村北洼麦田,在1959年3月31日澆完拔节水后,紧跟着在4月14日澆了第二水,結果造成倒伏;而迟至4月27日才澆第二水的麦田却没有倒伏。

(六)灌漿水 在前期土壤湿润的情况下,适量澆灌漿水也有增产效果。据大兴区安定人民公社礼賢大队調查,澆灌漿水的千粒重增加2克。但是前期土壤已呈旱象,灌漿时再进行灌溉的,則招致烂根,促进早死,反有减产的副作用。

总之,麦田灌溉必須本着看天、看地、看苗的原則,再結合密植、追肥的情况来确定。澆水的時間、数量絕不能机械地加以規定。

四 麦田普遍实行了深耕

郊区的麦田,在1958年秋天大跃进的形势下,約有85%的麦田深耕8寸到1.2尺,有15%左右的深耕6—8寸,比往年加深耕层一、二倍,少数的試驗田还深耕到2—5尺。为了达到深耕的目的,

群众和干部創造了許多深耕的先进办法,主要是采用人工深翻、畜力套耕和拖拉机深耕。由于土地深翻,就加厚了松土层,再結合增施肥料,增加了土壤蓄水保墒能力,減輕土壤中盐碱上升为害,促使小麦根系生长深、分布广、发育好,小麦的有效分蘖多,单穗粒数就会大大增加,因而深翻有显著增产效果。从郊区实际增产材料来看,完全可以証明这一点。根据昌平区小湯山人民公社大东流管理站的材料,深耕1.2尺的麦田,比深耕9寸的小麦单株永久根增加4个,分蘖增加1.4个,产量增加77.5%(見下表)。

耕翻深度 (尺)	单株 永久根	单株 分蘖数	单穗		每穗粒数	每亩有效穗数 (万)	亩产量 (斤)
			結实 小穗数	不結实 小穗数			
1.2	10.32	2.62	9.48	4.38	18.55	47.10	436.9
0.9	6.28	1.24	6.54	5.04	14.25	34.53	246.1

实际材料告訴我們,根系的分布范围是随着深耕而增加的,但不是完全随着深耕深度成比例增加的。如国营东郊农場調查,深耕9寸的土地,小麦主要根群(約 $\frac{1}{2}$ 的根量)分布深度在6寸左右;深耕1.2尺的土地,小麦主要根群分布深度在1尺以內;深耕超过1.5尺的,小麦根量在1.2尺以下土层的不再显著增加。就大面积丰产材料分析,亩产量达到500—600斤以上的麦田,一般都是深耕1尺左右;深耕超过1.5尺以上的麦田,从1959年来看,增产效果并不比深耕1尺左右的显著,因此就不是耕的愈深愈好。小麦根系生长的深度和数量,不单与深耕有关系,与施肥的关系也很密切;特别是小麦实行密植后,需要养分更多,因此深耕必須結合增施肥料,才能滿足小麦生育的需要,凡是施肥不足的,小麦根系发育就不好,增产效果不大,翻乱土层反而会造成减产。深耕必須注意防止将表层熟土和下层砂石生土翻上,翻乱土层和影响土壤中微生物的活动状况。因此,实行深耕必須根据土层的情况因地制宜的进行。

根据1958年深耕經驗,麦田深耕1尺左右,用畜力套耕、机耕就可以达到,而且增产效果显著,目前郊区劳力不足,而深耕又正

值秋收、种菜农活紧张阶段，麦田普遍加深耕层，势必会影响到其他生产，反而对郊区整个生产不利。

根据以上情况，1959年秋天对已经深耕的土地可不再进行深耕，但是没有深耕过的麦田一般要深耕1尺左右。

五 增加了小麦优良品种的播种面积

郊区小麦良种播种面积已增加到全部麦田面积的60%左右。种植面积较大的良种有：早洋麦、农大183、农大90、华北187、碧蚂1号等。此外，部分区、县还种植了蚰子麦、苣子麦等。这些优良品种一般都具有抗病性强(主要是锈病)、不易倒伏的优点，在肥、水充足的条件下，增产显著，而且表现产量稳定，只要进一步加强管理，增产潜力很大。例如丰台区蘆沟桥人民公社小屯大队张仪村生产队2.13亩丰产小麦平均亩产1,081斤，就采用的是农大183品种。优良品种一般都比当地品种增产20—40%左右。据通州区、昌平区调查，小麦优良品种都比当地品种显著增产(见下表)。

地 点	品 种	每亩产量(斤)	良种增产%
昌平区 小汤山公社沙河站	早 洋 麦	423	83
	花 麦 子	231	
通州区 西集公社	碧 蚂 1 号	707	40
	五 花 头	504	

目前碧蚂1号品种的种植面积有了很大发展，但是这个品种抗寒性差，应该注意采取防寒措施，保护安全越冬。据观察，在肥、水差的高岗地、旱地、瘠薄地栽种这些优良品种，增产性能不如当地品种，因为当地品种都具有耐旱、耐寒的优点，适应当地的自然条件。在条件不好的情况下，当地品种产量一般高于现有推广良种，因此，在调换优良品种时必须从不同情况出发，防止盲目换种，同时应该积极为推广高产的优良品种创造条件。

郊区还有40%左右的麦田没有种植良种，已经种植小麦优良

品种的麦田也都出現了不同程度的品种混杂現象。例如通州区西集人民公社赵庄队，同一块麦田中竟出現 3 个或 5 个品种，植株高矮、成熟早晚不齐，适时收割无法兼顧，因此不能發揮优良品种的高产潜力。产生这些問題原因是由于沒有認真地执行小麦良种繁育和种子保管制度。今后必須改变这个落后薄弱环节，建立留种地，認真执行小麦二級良种繁育制度，建立健全的种子保管制度。

1959年郊区小麦的大丰收是在不利的自然条件下取得的。播种前雨涝地湿，返青后遇到严重的晚霜，生长旺期又逢干旱，連續两个多月沒有透雨，但是郊区农民在党的领导下，战胜了自然灾害，获得了丰收。这是党的社会主义建設总路綫的胜利，是人民公社化的胜利，是具体执行农业“八字宪法”的成果。小麦获得大丰收的根本原因，是認真貫徹执行了党的社会主义建設总路綫，充分地發揮了人民公社的优越性，認真地执行了农业“八字宪法”。

第一，政治挂帅，充分发动了群众，貫徹执行了农业“八字宪法”。自1958年8月中旬小麦增产跃进誓师大会之后，郊区农民鼓足干劲，力爭上游。通过大鳴大放、大辯論，克服了右傾保守思想，人人立雄心、树大志，想办法，研究制定了爭取小麦丰产的措施，从組織上、思想上为小麦大丰收做了充分准备。接着各級党委組織領導了声势壯闊、人人动手的积肥、深翻运动。在实现人民公社化的基础上，各区組織了种麦大协作，互相支援。工人、学生、部队、机关干部也前往各社支援深翻种麦，因而保證了絕大多数麦田在秋分节播完。各級領導干部在深翻种麦当中，和广大群众在一起，同吃、同住、同劳动，边指揮、边参战，同时大搞試驗田。据統計，郊区共种植了28,000多亩試驗田，干部和当地群众結合起来，作了种麦的多种多样的試驗，采用了先进增产技术，带动其他小麦田加强了生产管理。

第二，在全部麦田出苗良好的基础上，又連續地开展了加水、加肥、除草、除虫、防病等田間管理运动，战胜了霜冻、病虫、干旱等自然灾害和倒伏减产的威胁，确保小麦的正常生长发育，胜利地渡

过了小麦的越冬、返青、拔节、扬花、灌浆五个关，保证小麦的全面丰收。

第三，在小麦整个生长过程中，不断的开展竞赛运动，组织评比，检查。在深翻播种阶段，各地大摆擂台，比干劲、比进度、比质量，促进了耕地、播种的加速完成。出苗之后，又比苗密、苗壮。越冬前，组织了麦田的越冬管理的评比大检查。小麦返青后，又以通州区西集人民公社发起的小麦增产竞赛倡议，掀起了全郊区麦田管理竞赛高潮，一直持续到麦收，有力地推动了小麦的田间管理工作。

1959年不仅获得了小麦大丰收，同时广大群众和干部也取得了小麦增产的宝贵经验，小麦大丰收的事实解除了有些人对于密植、深耕能否促进增产的怀疑。所有这些，为今后争取小麦更大丰收创造了十分有利的条件。

但是，在郊区小麦大丰收的同时，还有将近40万亩左右的麦田亩产不足百斤，有的亩产只有30—50斤，这些低产区是郊区小麦产量迅速上升的障碍。集中力量变低产为高产，是1960年争取小麦更大丰收的一项重要任务。在1959年小麦丰收中，也有不少社、站、队的小麦因泛碱、干旱、冰雹为害降低了产量。此外，在麦田地块的安排上缺乏统筹兼顾，以致有的麦田土质太坏；有的麦田过于集中，茬口倒不过来。有些地方在执行农业“八字宪法”中综合运用不够，没有因地、因时、因苗制宜。有的地区怕小麦倒伏，干旱也不浇水，有的土壤湿度很大也浇返青水，结果造成减产。对增产措施不适当的强调一项或忽视一项，都会造成减产，这些问题今后应该注意纠正。

北京地区小麦生产調查的初步总结

北京市农业科学院农业研究所

北京郊区广大农民群众和全体农村工作人员在总路线的光辉照耀、党和政府的正确领导下，以大跃进的姿态，从1958年秋季以来，经过10个月的苦干和巧干，充分发挥人民公社的优越性，实行了史无前例的技术大革命，普遍贯彻执行了农业“八字宪法”，获得了1959年小麦的空前大丰收，在京郊小麦生产史上写下了光辉灿烂的一页。

为了系统地总结京郊小麦丰产经验，为1959年秋播小麦增产措施提供资料。我院通过以大面积巡回调查为主，结合驻点及对比试验等方法，掌握了143块麦田，代表面积13,885亩的生长、发育及产量(实产或估产)情况，结合各区总结及中国农业科学院、北京农业大学、中国科学院等单位的协作，蒐集了比较充分的资料，经过整理、分析研究，以密植为中心地总结了土、肥、水、种、密五个方面的基本经验。报告例举的图、表中的数据，都是在栽培条件基本一致的情况下，以产量高低为标准进行比较得出的结果。现将有关小麦增产措施几个主要方面的资料初步整理出来，提供参考。

一 关于合理密植

(一)合理密植是小麦增产的中心环节 1958年郊区秋播小麦，每亩播种量绝大部分在30—40斤之间，比过去增加了1—2倍，因此一般麦田每亩有效穗数均在30—40万以上，最多的超过了100万穗，比过去增加了一倍到几倍。这是1959年小麦增产的中心环节。根据郊区72块比较肥沃的水浇麦田(代表面积9,898亩)及朝阳区

高碑店人民公社32块典型麦田(代表面积1,322亩)的調查統計,一致表明产量高低在很大程度上决定于穗数多少,在一定范围内,随着穗数的增多,产量也不断上升,每亩穗数在50—70万时,表现为产量最高。如果穗数不足,则产量不高,但是穗数超过了这个范围时,产量反有明显下降趋势(图1、图2)。

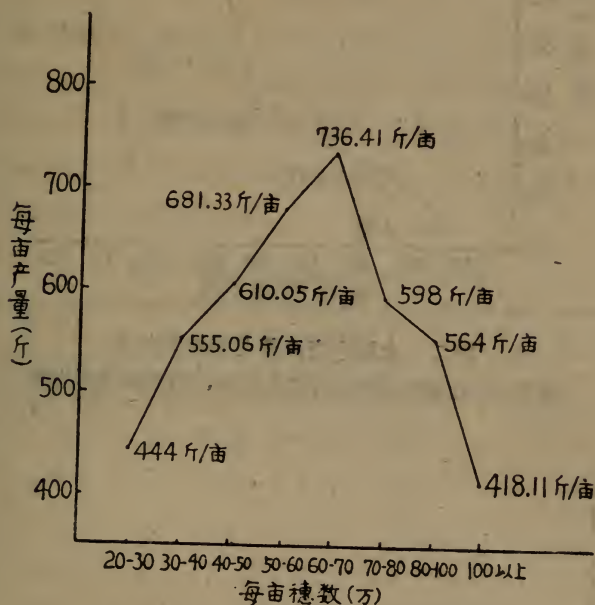


图1 水地小麦产量与穗数的关系
北京市郊区72块肥沃水地(代表9,898亩)調查平均数

对照1958年郊区的丰产經驗,东郊、南郊两个农場亩产800斤以上的大面积丰产麦田,每亩播种量为25—27斤,有效穗数均在50—60万左右,这与1959年的情况是完全符合的。

但是对旱地來說,由于水肥条件不足,密度过大,容易造成减产。根据郊区26块旱地小麦(代表面积1,665亩)的調查統計,每亩穗数超过40万以上时,产量就随密度的增加而降低。因此,对这类麦田來說,1958年的播种密度显然是偏高了一些(图3)。

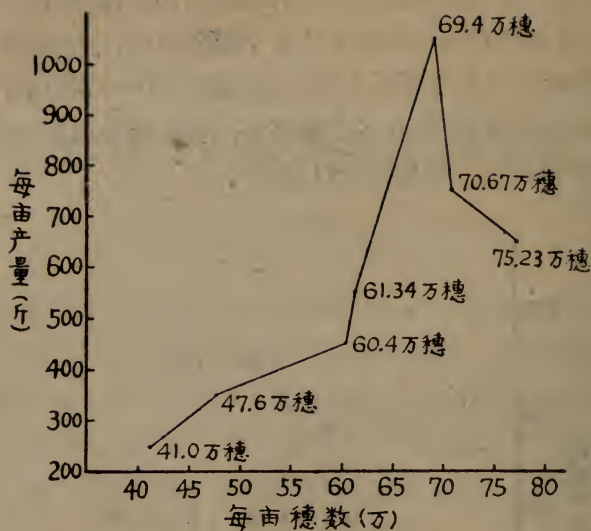


图2 水地小麦产量与穗数的关系

高碑店公社32块典型麦田(代表面积1,322亩)调查平均数

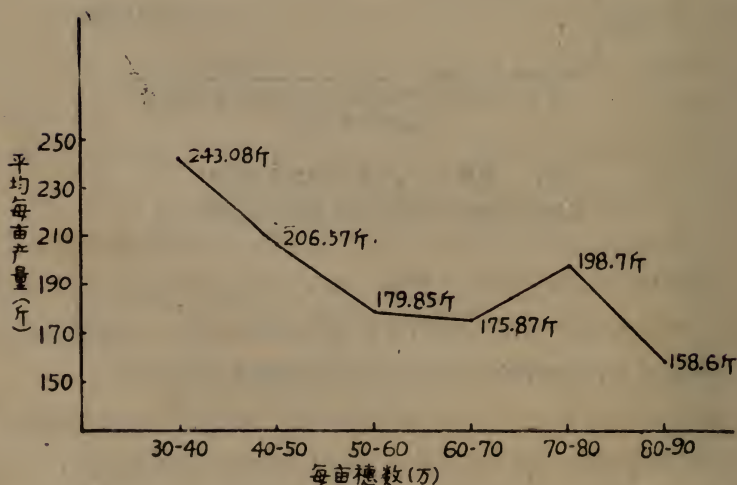


图3 旱地小麦产量与穗数的关系

郊区26块地(代表面积1,665亩)调查平均数

但是,由于我們在調查中沒有发现更低的密度,因此每亩穗数低于30万的产量曲綫仍不够明确。

(二)关于合理密植的几个問題

1. 播种密度与幼苗发育的关系 根据本院农业研究所的小麦播种量对比試驗調查結果,播种密度对幼苗发育有着密切的关系。随着播种密度的增加,幼苗发育情况相应地变劣,单株分蘖和永久根数均随密度的加大而遞减。但每亩播种量在100斤以下时,影响不太显著,全部植株都还有分蘖和生长永久根的能力,超过100斤以上时,則由于出苗后即显得麦苗过于拥挤,幼苗发育受到明显的抑制,单株分蘖数和永久根数都急剧减少,以至沒有分蘖和永久根,并开始出現死苗情况(表1)。

表1 播种密度和幼苗发育的关系

播 种 密 度		冬前(12月5日)調查				拔 节 前 調 查		
播 种 量 (斤/亩)	出 苗 数 (万株/亩)	单 株 蘖 数	有分蘖 株 %	单株永 久根数	有永久 根株%	单 株 蘖 数	单 株 根 数	死株%
40	40.6	4.6	100	4.2	100	8.4	11.7	0
50	47.3	3.6	100	3.6	100	6.7	9.3	0
60	58.3	2.9	100	3.4	100	5.6	9.8	0
70	64.9	2.3	100	3.2	100	4.9	9.2	0
80	67.9	2.8	100	2.7	100	4.6	8.2	0
100	127.8	2.2	100	2.3	100	3.8	7.4	1.09
150	214.2	0.6	90	1.1	100	1.9	5.4	1.15
200	234	0.3	70	0.2	20	1.4	5.5	1.29
300	335.4	0.3	20	0	0	0.7	4.8	3.64
500	537.6	0	0	0	0	0.1	3.7	7.62

附: 試驗田基本情况: 品种: 早洋麦, 播种期: 9月30日, 播种方式: 40—80斤为开沟条播(行距4寸, 播幅3寸), 100—500斤为撒播。

另据平谷县播种量試驗田(早洋麦, 9月21日播种)調查, 播种密度也影响开始分蘖的时间。每亩播种量在30—70斤的, 从播种到分蘖都是16天, 播种量100—150斤的为17—18天, 播种量200—300斤則达19—24天。

2. 播种密度与植株高度的关系 从京郊几个小麦播种量对比試驗的情况来看，一致表現播种量大的苗期生长迅速，株高随着播种量的增加而遞增，但每亩播种在40—80斤之間的，差別不大，到100斤时，株高就开始激增，并发生明显的徒长倒伏現象，据越冬前調查，每亩播种500斤的，苗高比每亩播种 40 斤的增加整整一倍。

返青以后，則出現相反的情况，由于密度大的年前徒长、植株纖弱、枯叶严重，因此恢复生机緩慢，生长受到阻碍，株高与播种密度成了反比。拔节以后，由于高度密植的結果，叶片和根系的发育都受到了抑制，再加上光照不足，因而植株吸收和制造养料的能力大大减弱，生长細弱，到生育后期細弱植株和分蘖逐漸死亡，自然疏苗的結果，只有比較健壯的植株抽穗成熟，因此不同密度間的株高已不成規律，但無論稀密，差別都不太显著(图4)。

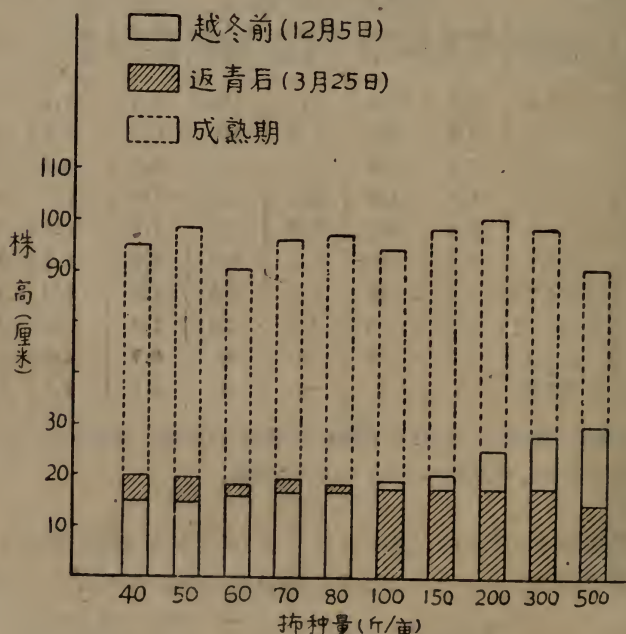


图4 不同时期株高与播种量的关系

3. 播种量与株数、莖数和穗数的关系 根据調查,在大面积生产情况下,由于土壤条件、整地質量、播种方法及种子发芽率等等的影響,出苗率高低相差悬殊,播种量与株数往往不成正比。但是,在同样条件的密度对比試驗田中可以看出,在不同播种密度中,出苗率虽然随着播种量的增加而相对地遞減,但单位面积绝对株数还是随着播种量增加的。每亩总莖数在越冬以前也与播种量成正相关,即播种量越大,每亩总莖数越多,但到拔节前后調查,則由于小麦分蘖特性及自然疏苗的影响,每亩总莖数已不是随播种量的增加而增加,而維持在一定范围以內(图5)。

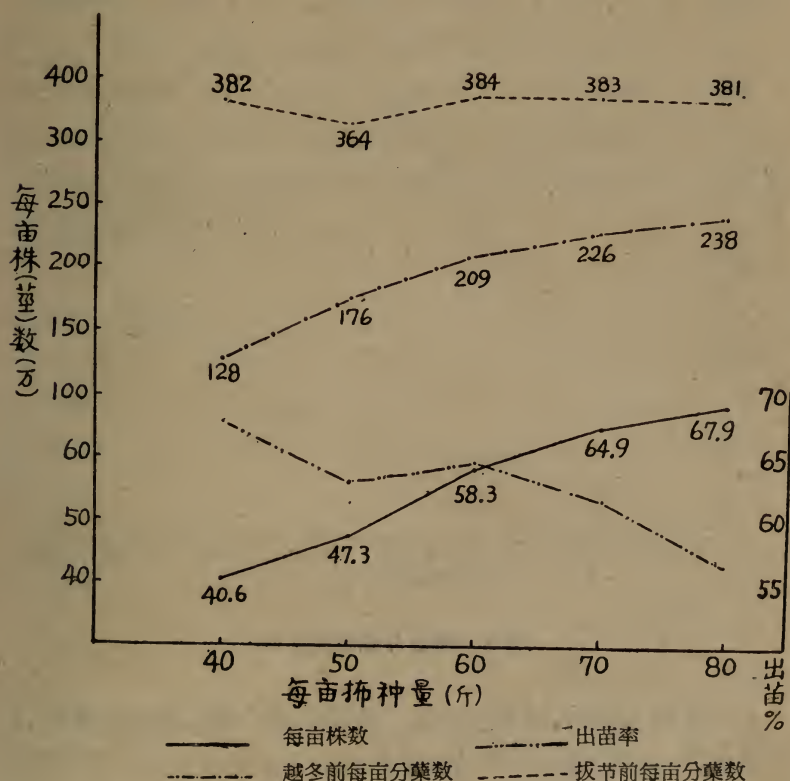


图5 播种密度与每亩株(莖)数的关系

在一定范围内，株数对穗数有直接的影响，由于主茎的成穗率显著高于分蘖，所以株数越多，有效穗数也越多，但株数超过一定范围时，穗数的增加就受到限制。如图6所示，每亩株数超过50万时，穗数增加的速度就逐渐降低，当播种密度继续增加株数超过每亩70万时，则每亩有效穗数反而少于株数，说明在过密的情况下，由于光照和营养条件的限制，部分植株已不能抽穗，有的虽能抽穗，但成为不结实的无效穗，密度越大，不能抽穗的植株和无效穗所占的比率也越大(图6)。

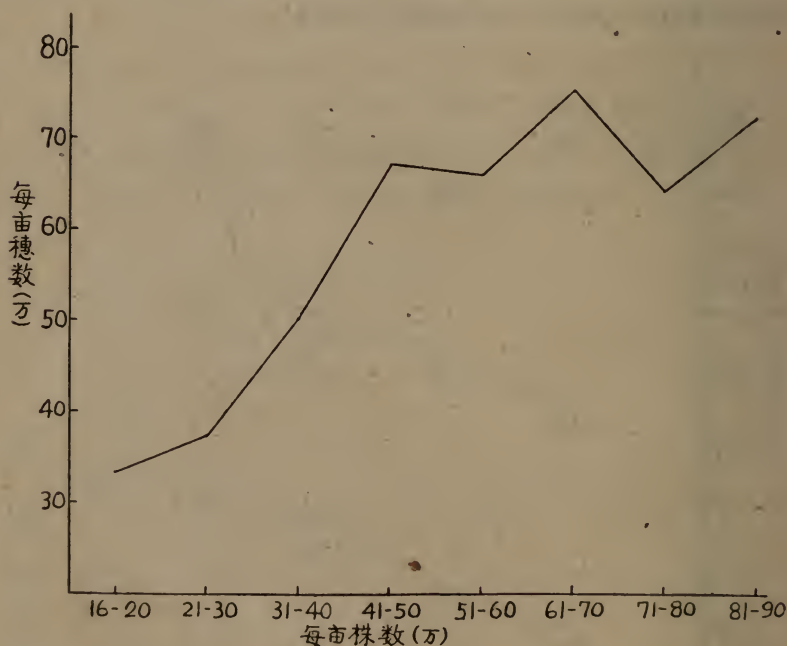


图6 株数与穗数的关系

4. 穗数与粒数、粒重的关系 构成小麦产量因素的是穗数、粒数和粒重。如前所述，保证单位面积上有足够的穗数是保证增产的重要物质基础。但穗数过多，也会造成减产，其主要原因是由于密度超过了合理范围时，个体发育受到严重的抑制，结果是穗数虽然

多了,而每穗粒数显著减少,种子千粒重显著降低,从而使群体发育也受到严重的影响。根据在品种和栽培条件基本相同的72块水田(代表面积9,898亩)及26块旱地(代表面积1,665亩)的調查結果,穗数越多,則每穗粒数越少,种子千粒重越低。无论水、旱、肥、瘦的麦田都表現同样的規律。从图8、图9可以看出,比較肥沃的水田,每亩穗数在70万以下时,每穗粒数相差还不十分显著,一般都能維持20粒左右,种子千粒重基本上沒有变化。在这个范围内穗数增加的比例显著大于粒数、粒重降低的比例,因此增加穗数就成为增产的主要因素。但每亩达到70万穗以上,粒数、粒重就开始急剧减少,超过100万穗时,平均每穗結实粒数只达20—30万穗平均粒数的 $\frac{1}{3}$,千粒重也减少了 $\frac{1}{3}$ 左右,說明不合理的过分密植,产量反而不如稀植的高。在这种情况下,穗数的增加已不能弥补因粒数、粒重急剧下降带来的損失,因此穗数越多,产量也就越低。至于旱地,由于营养条件不足,每亩超过40万穗时,就容易发生穗小、粒少、籽粒癟瘦的現象(图7、图8)。

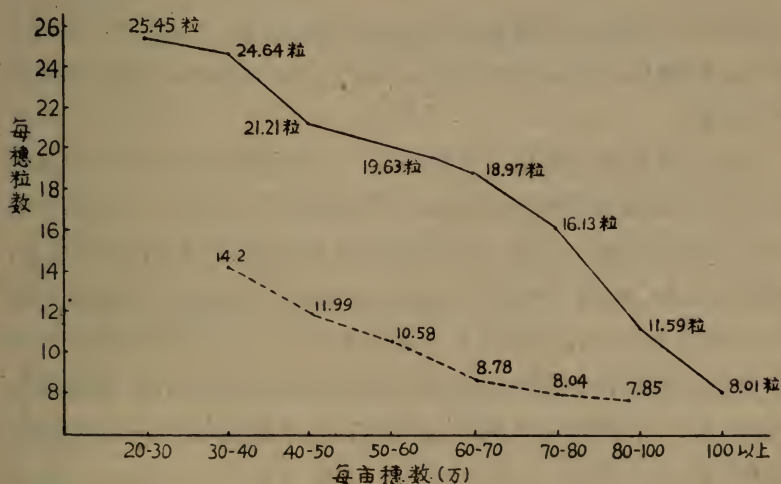


图7 穗数与粒数的关系

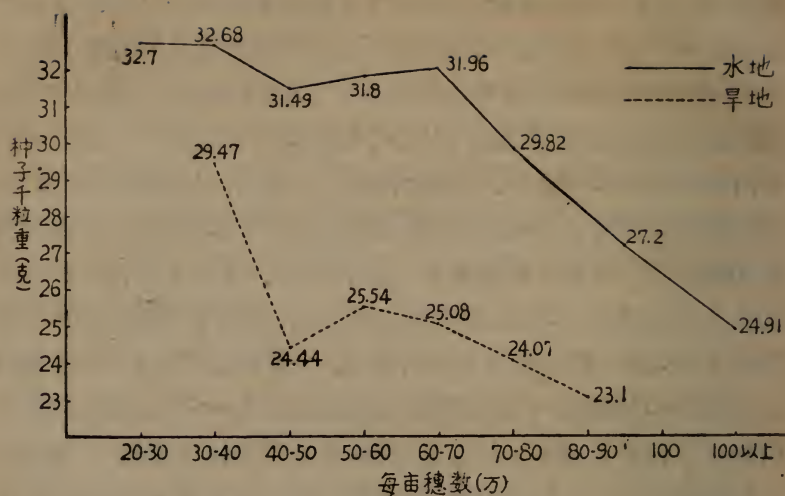


图8 穗数和种子千粒重的关系

5. 主穗与分蘖的关系 目前有許多人对“依靠主穗还是依靠分蘖”这个问题是有争论的。这个争论实质上反映着密植和稀植两种不同主张。主穗论者主张用增加播种量来获得更多的主穗，分蘖论者则主张用较少的播种量来争取更多的分蘖，而二者目的都是为了达到增产。根据1959年郊区小麦生产情况来看，这两种意见都有片面性。

要正确处理主穗与分蘖的关系，必须根据不同麦田的具体情况和条件，合理安排整体植株和个体植株之间的关系。小麦是具有分蘖习性的作物，在营养条件良好的情况(水肥充足、植株较少)下，植株能够充分发挥分蘖能力，增加单株穗数和每穗粒数而获得丰产。中国农业科学院作物育种栽培研究所的小麦良种繁育地，1958年每亩只用12斤的播种量，1959年春每亩出苗15.5万株，单株穗数达到4.6个，每穗结实25.5粒，亩产787斤，与每亩25万株、60万穗的麦田产量基本相同，比每亩64万株，102万穗的麦田还略有增产(表2)。

表 2 特別肥沃的麦田不同株数、穗数与产量的关系

播 种 量 (斤/亩)	每亩株数 (万)	每亩穗数 (万)	单株穗数	主穗率(%)	每穗粒数	每亩产量 (斤)
12—13	15.5	58.9	4.6	21.9	25.5	787
—	25.0	60.0	2.5	40.7	20.3	786
45	64.0	102.1	1.8	57.1	15.3	776

注：底肥每亩施土粪1.4万斤，豆餅200斤，硫酸銨50斤，顆粒肥料70斤；追肥2次；灌水3次。

在这种情况下，如果过多地增加播种量，強調主穗，排斥分蘖，就会人为地抑制植株的正常发育，造成穗小粒少，显然是违反自然規律，不利于增产的。

但从目前大面积丰产水平来看，水肥条件还有一定限制，根据历年調查，在比較肥沃的水田，每亩播种量15—25斤，单株有效分蘖一般不超过0.5个；1959年在郊区調查的16处大面积丰产田的資料中也可以看出，株数較少、分蘖較多的虽然单株生产力較高，但总的趋势表明，随着株数和主穗率的增加，增产也比較显著(表3)。

表 3 大面积丰产地不同株数、穗数与产量的关系

主穗率(%)	調查地 块 数	每亩株数(万)	每亩穗数(万)	每 穗 粒 数	每亩产量(斤)
50—60	3	16.52—38.33	33.2—66.2	14.5—32.39	404—612.1
60—70	6	22.21—62.65	31.44—96.6	11.36—32.1	452.75—707
70—80	4	35.9—68.2	44.6—79.4	12.85—20.81	483.4—842.7
90以上	3	42.2—75.46	50.1—75.02	17.21—19.97	537.1—1,181.5

注：基本条件为底肥1—2万斤；追肥、灌水各2—3次。

因此，目前在生产上看来，依靠主穗为主，爭取适当分蘖，才是密植增产的主要途径。如果片面強調依靠分蘖，容易产生稀植的偏向。

根据調查，在目前条件下，比較肥沃的水澆麦田，按照不同品种的分蘖情况，主穗所占的百分率似以掌握在60—80之間为宜(表

4、表5)。

表 4 在肥沃水地上农大183(分蘖力强)不同株数、
穗数与产量的关系

每亩株数 (万/亩)	折合实际 播种量 (斤/亩)	每亩穗数 (万/亩)	单 株 分 蘖	单 株 穗 数	主穗率 (%)	每穗粒数	产 量 (斤/亩)
21.2	15	43.01		2.23	44.92	19.21	633
30.40	20	54.52	5.15	1.66	54.26	18.55	759
58.00	40	83.84	2.7	1.56	63.58	15.98	769
72.29	48	70.25	2.09	0.97	96.35	15.13	598

表 5 在肥沃水地上碧蚂 1 号(分蘖力较弱)不同
株数、穗数与产量的关系

每亩株数 (万/亩)	折合实际 播种量 (斤)	每亩穗数 (万/亩)	单 株 分 蘖	单 株 穗 数	主穗率 (%)	每穗粒数	产 量 (斤/亩)
16.52	12	33.21	4.19	2.03	49.23	31.36	659.0
22.21	15	31.44	—	1.41	61.61	28.63	691.0
39.80	25	45.20	2.04	1.18	84.19	23.78	722.1
55.33	37	58.80	2.81	1.11	81.82	24.8	877.6
67.49	45	69.00	2.47	1.02	93.82	16.2	721.1
87.88	60	83.39	1.53	0.96	100	18.07	739.0

至于水肥条件较差的旱地,即使用很少播种量,也难得到更多的有效分蘖,增产主要依靠主穗,基本上应该掌握需要多少穗,就保持多少株,但因营养条件的限制,必须控制适当的播种量。

(三)根据1959年小麦生育情况判断合理密植的范围 1959年郊区的小麦增产经验,进一步肯定了合理密植是增加单位面积内有效穗数而获得丰产的主要保证。但是,生产实践证明:在一定的栽培条件下,播种密度是有一定范围的。稀植肯定不利于增产,必须坚决反对走恢复稀植的道路;但是密植以后,单株所占的营养面积相对减少,单株生育不如稀植的好,超过一定范围时,生育就会受到严重的抑制,造成穗小粒少,甚至减产,所以,合理密植也绝不

是越密越好。因为小麦产量决定于单位面积上的穗数、粒数和粒重，因此也就决定于整体植株与个体植株之间的关系是否合理。衡量合理密植的标准，是单位面积产量的高低，所以我们必须通过大面积系统的调查研究，找出基本上合理的规律。按照当地的具体条件，既要保证单位面积上有足够的穗数，又能保持一定的粒数和粒重，根据这个要求指导生产，争取丰收。

根据1959年大面积调查及试验结果的初步分析，在不同的栽培条件下，各有不同的合理密植范围。总的趋势是瘦地播种量应少于肥地，因为在水肥不足的情况下，密度太大就会造成“僧多粥少”、营养不良的后果。随着肥力水平的提高，应该相应地增加播种量，但在特别肥沃的麦田，由于植株生长旺盛、分蘖力极强、莖叶繁茂，如果过分密植，就会形成植株与植株之间，叶片与叶片之间的相互遮荫，降低光合效率而造成减产，因此在这种情况下，播种量也应该适当减少。

现根据1959年调查结果，提出以下不同播种密度范围，供参考。

1. 水地：比较肥沃的每亩播种量可在25—30斤之间，保证有30—40万苗，争取50—60万穗（特别肥沃、管理细致的如菜园地或小面积丰产地播种量可在20—25斤，保持25—35万苗，争取60—70万穗）；中上等地力或品种分蘖力较差的，每亩可播种30—35斤，保证35—45万苗，争取40—60万穗；播种较晚的，由于分蘖少，应该适当增加每亩播种量，但最多不宜超过40斤。

2. 旱地：一般每亩播种量可在15—25斤，保持20—30万苗，20—35万穗，在这个范围内，过于瘠薄的旱地应适当减少播种量，夜潮地、河滩地及底墒充足的麦田可以适当增加播种量。盐碱地保苗比较困难，播种量也应酌量增加。

在确定具体的播种密度时，必须考虑到不同地区的气候条件、耕作技术水平（如整地质量、播种技术、田间管理等）以及种子颗粒大小、发芽率高低、品种特性和分蘖力强弱等等。从1959年情况来

看,由于上述因素的影响,播种量与实际出苗数之間往往有相当的距离,有的出苗率竟低至50%左右。因此,必須強調提高整地、播种和种子的質量,并針对不同地块的具体情况,适当的調整每一块地的播种量。

二 关于增施肥料

(一)底肥 根据我們在郊区調查 59 块水澆麦田 (代表面积 3,625 亩)及 25 块旱地麦田(代表面积 1,560 亩)的結果,底肥数量与产量是成正比例的。上述水澆麦田,一般追肥、澆水各二、三次,在此基础上,要获得 500—600 斤的产量,約需 1 万斤左右的底肥;产量愈高,則要求施底肥的数量与質量也愈高。不能灌溉的麦田,因受水利条件限制,肥料效用不能充分發揮,增施肥料的增产效果不如水地显著(图 9)。

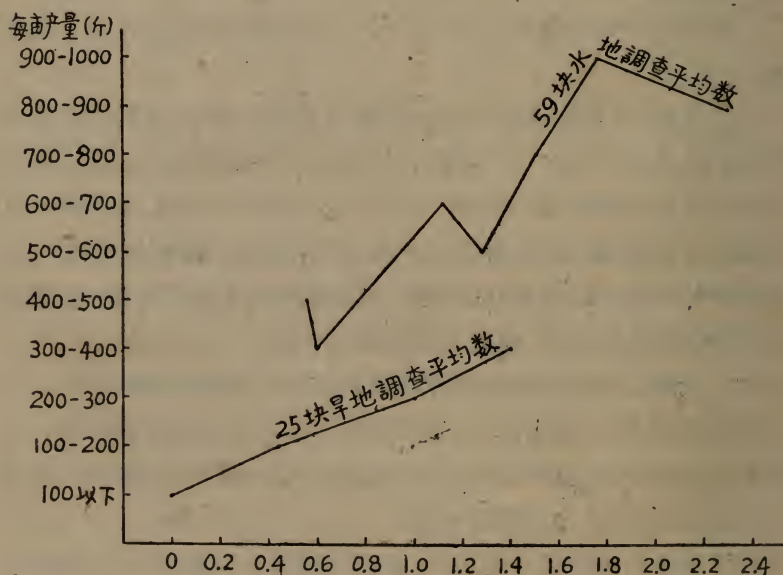


图 9 产量与底肥量的关系

(將調查地块分別水、旱条件,按照产量分級統計施肥量的平均数)

从图9的曲线可以看出,在同样施肥条件下,仅因水、旱地之别,产量相差就达一倍之多。因此,为了保证大面积丰收,应在增施肥料的同时,密切配合兴修水利,尽量扩大灌溉面积。

(二)追肥 小麦播种季节正是“三秋”农忙时期,活茬紧迫,部分麦田往往不能施用充足的底肥,在这种情况下,必须强调追肥。根据中国科学院土壤队在昌平区汤山人民公社的调查,在亩施底肥1,500斤的基础上,每亩追施速效氮3.5斤和7斤(结合灌水),分别比不追肥的增产23%和38%;另据我们在郊区调查42块没有施用底肥或底肥很少的麦田统计结果,由于加强了追肥管理,平均每亩产量达到340.11斤,其中14块施用质量较好的肥料(浇尿、灌粪稀、追施化学肥料等)分期追肥3—4次的,平均每亩产量均在400—600斤之间。但从调查中沒有发现不施底肥、仅靠追肥而达到更高产量的实例。

为了弥补底肥的不足,许多地区施用种肥(化学或颗粒肥料)或在冬季浇尿,大都获得了显著的增产。根据本院农业研究所试验结果,播种时每亩用硫酸铵10斤作种肥,平均增产16.5%,冬季浇尿,每亩施用新鲜人尿1,000—1,500斤的,平均增产8—10%。铺施蒙头粪,凡施用及时(越冬时间至返青以前),肥料腐熟细碎,铺后细致耙耩、结合灌水的,在很大程度上能起到底肥的作用,但在缺乏灌溉条件的旱田,施用生粪、操作粗放的,铺施蒙头粪的效果均不显著,这类麦田应在早春地刚解冻时结合耙麦补施追肥。

追肥应以速效肥料为主,并且应该强调早施,因为小麦在正常生长的情况下,养分的积累主要是在生育前期。据中国农业科学院土壤肥料研究所试验田分析结果,小麦在返青期吸收的氮素所占总吸收量的51%,返青到拔节期占33%,拔节到抽穗期占10%,抽穗到成熟期占6%,说明小麦在拔节以前吸收的氮素占全生育期的80%以上,其他磷、钾肥也有类似情况,因此,追肥主要应在返青、拔节前抢早进行。

(三)掌握合理施肥 许多经验证明,要保证小麦大面积丰

产，必須掌握合理施肥，就是在施用充足底肥的基础上，适时适量进行追肥，而且應該以底肥为主。根据24块亩产500—1,000斤的麦田施肥情况的調查如下表：

表 6 小麦大面积丰产地的施肥情况

产量(斤/亩)	調查 地 块	平均施肥总量(斤/亩)		底肥%		追肥%	
		氮	磷	氮	磷	氮	磷
500— 600	11	43.95	18.78	66.72	61.70	33.28	38.30
600— 700	2	43.50	18.80	82.49	91.08	17.51	8.92
700— 800	5	50.20	22.24	64.89	71.72	35.11	28.28
800—1,000	6	79.54	33.23	66.13	78.38	33.87	21.62
全部平均	24	53.70	23.11	67.51	70.41	32.49	29.59

注：表列氮、磷数量，除細肥和化肥按一般标准計算外，質量較好的廐肥按含氮0.3%、含磷0.15%，一般粗肥按含氮0.2%推算。

增施底肥、适当追肥，是保証增产的重要前提；但对麦田施肥的要求，并不是越多越好。同时，为了充分发挥肥料的效果，还应该进一步研究提高施肥技术和掌握施肥的时间，并密切配合其他栽培管理措施，1959年有少数麦田每亩施肥量达到10万斤以上，产量并不能按比例增加。这样不但造成肥料的浪费，而且由于肥料过于集中，使大面积麦田的普遍施肥受到一定的影响。此外，在大量施用沒有腐熟的有机肥料的情况下，在肥料分解过程中，会产生一些对根系有毒害作用的物質如硫化氢等，反而不利于根系的发育。因此，这种做法不符合經濟施肥的原則，必須強調普遍地、适当地增施肥料，才能在更大程度上發揮肥料的效用，有利于全面增产。

三 关于麦田灌溉

1959年郊区麦田灌溉面积达到60万亩，約占全部麦田的将近一半。从灌溉效果看来，凡是扩大灌溉面积、增加灌溉次数的地区，都获得了显著增产，例如朝阳区高碑店人民公社，由于积极扩大水浇麦田，灌溉面积达到7,000亩，占全社麦田的70%，平均亩产284斤，比1958年增产82.5%。而同在一区的和平人民公社，由于水利条件較差，絕大部分麦田浇不上水，每亩平均产量只有100多斤。

从高碑店公社各个生产站的小麦产量也可以明显地看出麦田灌溉的增产效果。

表 7 高碑店公社各生产站麦田灌溉增产效果

站 别	麦田面积 (亩)	底肥 (斤/亩)	灌 溉 面 积 (%)。				平均亩产 (斤)
			冻水	返青水	拔节水	抽穗水	
高碑店	2,762.1	1 万	72.41	76.03	57.93	47.01	331.3
王四营	2,912.5	0.5万	87.90	100	92.26	79.45	330.5
南磨房	3,515.7	0.8—1万	41.22	46.31	29.87	4.81	205.8
八里庄	763.0	1.5万	96.72	59.24	7.21	0	305.1

如表7所示,王四营站肥料最少,但因澆水面积和次数都多,所以产量很高;南磨房水利条件差,60%以上的麦田不能澆水,因此产量最低;而八里庄站则肥料最多、条件最好,但因害怕小麦倒伏,后期不敢澆水,结果产量受到很大影响。

根据小麦不同生育阶段的需要,适时适量灌水,是很重要的增产措施。如高碑店公社青年队的73.5亩小麦,施肥条件并不突出,但因普遍澆了冻水、返青、拔节、抽穗、灌浆五水,平均亩产494.6斤,比其他队高出50%以上。怀柔县的麦田调查材料表明,澆五次水和三次水的比不澆水或只澆一次水的增产35—83.6%。

根据调查,1959年各地在小麦生育的不同阶段进行灌溉的情况如下:

(一)冻水和返青水 在大多数情况下,能促进分蘖和麦苗健壮,增产作用很显著,特别是京郊地区,历年常遇春旱,应该加以重视。但1958年秋和1959年早春雨雪较多,土壤水分充足,部分低洼碱地或土壤水分较多的麦田,由于机械执行澆冻水和返青水的办法,引起死苗和返青延迟等现象,这是值得今后注意的。

(二)拔节水 拔节期灌水是一个有争论的问题。从小麦生长需要及1959年的经验来看,在一般情况下,适时灌拔节水的增产效果是肯定而且显著的(表8)。

表 8 澆拔节水的增产效果

地 点	澆 水	单株 穗数	穗长 (厘米)	結实 小穗	不孕 小穗	每穗粒数	每亩产量(斤)
大 兴 区 于堡公社	澆拔节水		5.0	10.0	12.7	16.30	288
	不 澆		4.2	8.4	3.8	13.50	208
怀 柔 县 城关公社	澆拔节水		5.45	1.2	3	17.1	579
	不 澆		5.15	8.5	3.5	14.8	473
中国农 学 院	拔 节 前	2.8	5.8	9.3	6.5	13.7	599.3
	拔 节 期	2.9	5.9	10.6	5.4	15	607.9
	拔 节 后	2.1	5.8	9.9	5.5	14.5	558.5

根据調查,灌拔节水引起倒伏的只是少数密度过大、施氮肥过量的麦田。对于高产的麦田,适当控制拔节水是必要的,但拔节期正是小麦的莖、叶、穗和分蘖全面迅速生长的时期,如果水分不足,会使产量受到严重的影响,目前一般麦田产量水平在三、四百斤以下的,主要不是倒伏問題,而是应该适当增加灌溉次数。

(三)抽穗、揚花、灌漿水 适当进行后期灌溉,对促进抽穗整齐、穗大粒飽有良好的作用,特別在1959年的气候特点下,小麦返青以后长期缺雨,麦田普遍感到干旱,因此麦田后期澆水的增产效果就非常突出(表9)。

表 9 后期灌水的增产效果

地 区		后 期 澆 水 次 数	澆水時間	平均亩产(斤)	增 产%
朝阳区 高碑店公社		0		419.6	
		1	抽穗	527.5	25.74
		2	拔节前、抽穗	698.6	66.49
大 兴 区	安定公社	0		79	
		1	抽穗	135	70.89
	于堡公社	0		296	
		1	揚花	397	34.12
怀柔县公社		0		155.3	
		1	灌漿	212.4	36.77

注: 上列对比除澆水不同外, 其他条件都相同。

总之，大力发展农田水利、加强灌溉管理，是确保农业增产的重要措施。为了获得最大限度的丰产，必须根据小麦生长发育规律和当地的气候、土壤条件，适时适量满足小麦不同生育阶段对水分的需要，但因大面积生产事实上不可能机械地规定浇水次数和时间，因此，除了注意节约用水，充分发挥水利效用，尽量扩大灌溉面积和增加灌溉次数外，还应该根据具体情况，抓紧关键时期进行灌水，以收事半功倍的效果。根据1959年的经验，麦田含水量以经常保持20%左右为宜，低于15%时，就必须及时灌水。通州区西集人民公社小麦大面积丰产田，拔节后土壤水分降低到13.5%，结果穗数、粒数和粒重都受到很大限制。

另外，在调查时发现，整地不平不但灌水困难，而且浪费很多水量和人力。同时灌水不均，高处浇不上水，影响生长；低处灌水过多、过量，容易引起倒伏，因此必须做好平整土地的工作，为保证合理灌溉创造良好的基础。

四 关于优良品种

选用优良品种是一项简便易行、经济有效的增产措施。

根据66块播种量基本相同(每亩30—40斤)、比较肥沃的水浇麦田的调查，郊区种植的几个主要优良品种，都比当地品种五花头显著增产(表10)。

表 10 京郊小麦主要优良品种的增产效果

品 种	调查 地块 数	每亩 株数 (万)	每亩 穗数 (万)	单株 分蘖	单株 穗数	穗长 (厘米)	结实 小穗	不孕 小穗	每穗 粒数	种子 千粒重 (克)	平均 产量 (斤/亩)	增产 %
农大 183	7	47.88	70.42	3.88	1.80	5.18	9.95	4.65	16.55	32.62	723.3	34.91
早洋麦	7	43.86	58.65	3.02	1.34	5.60	10.62	3.76	17.95	32.86	679.7	26.74
华北 187	6	55.37	66.73	3.33	1.43	6.46	9.86	4.91	16.46	33.98	642.4	19.81
碧蚂 1号	20	52.69	54.41	2.56	1.19	5.86	10.36	4.37	21.18	30.67	619.2	15.47
五花头	26	52.49	57.64	3.40	1.12	5.68	10.46	4.71	18.37	28.29	536.21	

大兴区紅星公社金星大队1959年进行的品种对比試驗（肥沃水地）也得到了相同的結果：农大183产量占第一位，比五花头增产23.86%；早洋麦第二，增产18.32%；1885第三，增产8.49%；碧蚂1号第四，增产6.86%；五花头产量最低，亩产为555.7斤。

以上情况与北京地区历年試驗結果是一致的，証明目前京郊推广的几个小麦优良品种，在水肥比較充足的条件下，确有显著的增产效果。

从几个小麦主要品种的表现来看：农大183的优点是稈硬、不易倒伏、早熟、不易落粒、高度抗条锈病、分蘖力强，在水地及較肥旱地都能适应，产量表现很好，缺点是不抗叶锈病及白粉病。农大90在各方面的表现与农大183接近或相似。早洋麦历年的表现均較好，莖稈較矮而粗壯，不易倒伏，籽粒大而飽滿，口紧、不掉粒，成熟期中等，抗病力极强，适宜在肥沃水地种植。这个品种的特点是对水的反应特別灵敏，因此不宜在旱地推广。华北187粒大、質佳，稈硬不易倒伏，口紧不易掉粒，成熟期中等，高度抗条锈和叶锈，在水肥比較充足的条件下增产显著。由于这个品种分蘖力較弱、籽粒又大，因此在同样条件下播种量应較其他品种酌量增加。碧蚂1号由于比当地品种穗大、粒飽，外形好看，成熟期早，在条件較好、管理細致的情況下，增产比較突出，因此深受群众欢迎，但据历年試驗及1959年大面积調查結果，产量都不如另外几个品种优良，而且碧蚂1号在遇到冬季严寒的年份，容易受到冻害，成熟后容易掉粒，如果遇雨，穗上出芽現象严重，因此种植面积的比例不宜太大。1885是比較抗旱耐碱的品种，但因感染黑穗病和锈病比較严重，而且在肥沃水地容易倒伏，近年来种植面积逐渐减少。但从多年結果看来，在旱地及盐碱地区在其他良种不足的情况下，还是有它的种植价值的。

当地品种如紅芒白、齐头白、五花头等，由于穗小粒瘦、稈稈軟弱，抗病力弱，增产潜力不大。由于这些品种在北京的适应性很强，在缺水少肥的情况下，仍能保持比較稳定的产量。

五 关于深耕問題

(一)深耕的作用 郊区麦田 1958 年普遍实行了深翻,一般深度在0.7—1尺之間,部分达到1—1.5尺,少数試驗田翻到2—3尺甚至5尺以上。但是由于土壤性質、翻地方法和質量以及其他栽培条件不同,深翻的增产效果不尽一致。总的看来,凡是耕翻深度合适、土层不乱、肥料配合較好的麦田,都显示了深耕对增产的显著作用。

根据各方面的試驗、研究和調查結果,深耕的优越性在于:第一,深耕破坏了多年遗留的犁底层,加厚了松土层,創造了适宜于根系发育的孔隙度。第二,深耕結合施肥,促进了土壤团粒结构的形成,解决了土壤中空气与水分不能同时并存的矛盾,大大增强了土壤的透气性和透水性,同时提高了土壤的持水性和含水率,并且增高了冬季的土壤温度。第三,深耕促进了土壤微生物的活动和土壤本身的风化作用,从而增多了土壤中的可給态养分,提高了耕作层的肥沃程度。

总之,适当的深耕改善了土壤的物理和化学性能,为农作物的地下和地上部分的生长发育創造了优越的条件,因此能够使小麦生长的更好,达到增产的目的。

根据朝阳、大兴、怀柔三区及东郊农場麦田挖根調查的結果,根系主要的分布层随着耕翻深度的增加而加深,扩大了根系所占的营养面积,有利于更充分的吸收养分和水分(見表11)。

表 11 不同深耕对根系分布的影响

耕 翻 深 度 (尺)	根系主要分布層(厘米)
0.5—0.6	17—39
0.8—1.0	22—45
1.2—1.5	30—45
2.0—3.0	35—57

由于深翻改善了土壤結構,提高了耕作层的肥沃程度,因此植

株生长較好, 获得显著的增产。根据調查, 深耕的增产效果如下表(表12)。

表 12 不同深耕增产效果的比較

耕翻深度 (尺)	平均株高 (厘米)	平均穗长 (厘米)	每 穗 粒 数	产 量 (斤/亩)	每加深一 寸增产斤数
0.6—0.8	64.3	4.33	9.72	292.6	—
1.1	79.7	4.99	11.57	366.2	18.4
2.0	82.6	5.90	12.10	427.7	6.8

(二)深耕應該注意的問題 深耕必須保證質量, 不乱土层, 才能起到应有的作用。深耕的方法以机耕、犁耕(深耕犁加松土鏟)較好, 人力深翻不但太費劳力, 而且質量不易保證, 深浅不一, 易乱土层、耕后坷垃很多, 增产效果远不如机耕(見表13)。

表 13 不同耕翻質量对产量的影响

地 点	耕翻深度 (尺)	耕翻方法	株高 (厘米)	穗长 (厘米)	每穗粒数	产 量 (斤/亩)
大 兴 区	1.5	机耕				247
采育公社	1.5	人翻				203
怀 柔 县	2.0	不乱土层	102.2	5.46	19.3	654.6
桥梓公社	2.0—2.5	打乱土层	92.57	4.96	15.6	573.4

从1959年的經驗看来, 深耕的深度也有一定的合理范围, 如上所述, 根系的主要分布层虽然有随着耕深而向下延伸的趋势, 但无论深耕多少, 70%左右的根系都集中在地表下50厘米以内, 越到下层, 根量就越少, 所以耕深超过一定程度, 增产就不太显著。耕得过深, 由于土壤下增殖嫌气性細菌的結果, 使环境还原性增强, 不利于根系的呼吸, 甚至起到有害的作用。

由此看来, 在保證質量、适当增施肥料的前提下, 深耕确能增产; 但是深度超过一定范围, 增产率就逐渐递减。如果不能保證耕翻質量, 还有减产的可能。因此, 深耕也不是愈深愈好。根据目前耕作技术水平及劳动力条件, 大面积麦田以机耕(或犁耕)8寸至1尺左

右为宜，有条件的地区可以爭取达到1.5尺。

实行深耕，必須掌握不同土壤的特点，不能机械执行，1959年有些砂地深翻以后，砂石翻到表层，使小麦生育受到很大影响，以致造成减产，今后應該加以注意。

紅星人民公社小麦大面积丰产調查

北京市紅星人民公社

紅星人民公社1959年种植小麦16,185亩,普遍获得了丰收,总产量554万斤,平均亩产342.4斤,較1958年提高三点二倍,其中国营农場部分4,914亩,平均亩产484.2斤。在大面积丰产田中,亩产达到400斤以上的有5,131亩;亩产达到500斤以上的有373亩。

取得上述成績的原因,是由于党的领导,人民公社化的实现,和在1958年农业生产大跃进的基础上認真地貫徹了农业“八字宪法”,全体职工、社員经过一冬一春的苦干、巧干的結果。現就获得小麦丰产的几个主要問題,总結如下:

一 合理密植,增株增穗

增加株数,进一步促进有效穗数,是增产的重要措施之一。往年每亩播种量为20—23斤,有效穗仅在30万上下,平均每穗只有20粒左右。要进一步增加产量,就必须增加株穗数。公社1958年秋播小麦播种量,根据播种期和施肥量在1958年9月下旬下种40斤,10月上旬下种50斤。由于株数、穗数的增加,提高了单位面积产量。从18个地块2,192亩麦田的实际产量来看,每亩从28万穗至68万穗的产量逐渐增加,几乎每增10万穗約增产100斤左右;但自74万穗至90万穗,产量增加很少,仍維持在每亩60余万穗的水平。从每穗粒数来看,28万穗至68万穗的每穗粒数由24.1—16.56粒;而在74万穗至90万穗的每穗粒数由19.35—12.9粒。較高的密植,每穗的粒数則有相反的結果,例如每亩90万穗的每穗的粒数下降为12.9粒,这是阻碍产量提高的因素。我們認為粒数少的主要原因是受管理

水平的影响,在肥水配合上还要进一步鑽研提高(見表1)。

表1 穗数、粒数与产量的关系

每亩穗数(万)	每穗粒数	实际产量(斤)	块数	亩数	地 点
28	16.56	249	1	48	天恩
36	17—20.3	332	2	392	天恩、瀛海
40—44	19—19.5	472	2	111	集賢、瀛海
51—57	17—24.1	515	3	478	麻甸、旧官南二分場三队
62—68	14.6—19.2	598	3	297	旧官东二分場三队燕麦地
74—77	15.8—19.35	618	3	339	北辛庄、万元庄
80—83	13.6—16.6	614	2	309	二分場牛場东,四分場四区
90	12.9—16.7	600	2	222	四分場一区,另地
合 計			18	2,192	

增加播种量是获得更多的有效穗的途径之一,但是品种不同、播种期的早晚、播种方式和質量、施肥多少、土壤肥力、土壤情况等都影响到有效穗数。單純的从增加播种量方面来追求穗多高产是难以达到目的。播种量过大,造成种子的拥挤,影响种子与土壤密接,出苗时容易掀盖而造成缺苗。同时由于麦苗过密,营养面积减少,根系发育不良,永久根少,无分蘖或很少有分蘖,苗期有徒长倒伏。由于冬前苗弱,冬季死苗較多。拔节以后,由于麦田过密光照不足,植株自上而下叶色由綠而黃,莖稈細弱发白,穗小粒少,并不能达到高产,甚至造成早期倒伏,造成顆粒不收。据德茂生产队播种量試驗,可以証明这一事实(見表2)。

表2 播 种 期 (1958年9月24日)

每亩播种量 (斤)	分 蘖		根 系 (条)		每亩穗数 (万)	每亩产量 (斤)
	有 效	无 效	初 生	次 生		
25	3.2	5.6	6.3	20.3	98	880
50	1.4	2.5	5.5	9.6	88	800
100	1.0	1.6	3.6	7.8	94	766
200	1.0	0.1	4.4	5.1	176	573
300	1.0	0.7	4.4	5.4	192	580

品种不同,种粒大小,分蘖强弱也有不同。以农大183与碧蚂1号为例,前者粒大,每斤15,000粒,分蘖力强;后者粒小,每斤16,000余粒,分蘖力弱(见表3)。因此,在播种时要想达到预期的有效穗数,应该根据品种来考虑下种量的多少。

表 3

品 种	播 期 (月/日)	每亩播种量 (斤)	每亩穗数 (万)	每穗粒数	每亩产量 (斤)	地 点	亩 数
农大 183	9/15	50	65	24.42	802	鹿圈东	35
碧蚂 1 号	9/15	50	41	19.8	553	鹿圈东	27

由于播种期的温度不同,也影响到幼苗的生长和分蘖。因此,播种早晚可以适当减少增加播种量。根据德茂生产队试验田材料,播种期早晚影响分蘖多少非常明显(见表4)。

表 4

品 种	播种量(斤)	播期(月/日)	分 蘖	有 效	无 效
农大183	25	9/19	15.8	6.3	9.5
		9/24	8.8	3.2	5.6
		9/29	4.1	1.8	2.3
		10/4	6.6	3.3	3.3
		10/9	3.6	1.8	1.8

注: 9月29日所播可能受到肥力不均的影响。

土壤肥力影响分蘖早晚以及有效分蘖的增加,是一个比较重要的因素,因此需要很好地掌握。在肥力很足、播种又早的情况下,降低播种量提高有效分蘖,可以节省种子不必要的浪费(见表5)。

表 5 土壤肥力与播种量、有效穗的关系

品 种	每亩播种量 (斤)	每亩基肥用量 (斤)	11月上旬每亩 总分蘖数(万)	有效穗数 (万)	地 点
农大 183	40	15,000	238	80.6	四分场四区
	40	7,000	184	83.7	亦庄牛场东
	41	4,000	104	44.7	一分场七号地

分蘖的增多,在过密的情况下,引起无效分蘖的增多。如表 5 四分場四区,无效蘖达到66.2%。在这块田里,分蘖拥挤直立,幼苗遮严地表,光照不足,成为无效蘖增加的主要原因。在这种情况下,应该适当降低播种量,减少无效分蘖,以免虚耗养分以及减弱第一节的硬度。

播种方法的不同,影响到植株的营养面积。机器条播,缩小行距,下种均匀,有效地利用了地力,而且机播效率高,质量好,出苗齐,是最好的播种方式。机播以行距7.5厘米或15厘米播幅加宽比较好。在播量较大的情况下,15厘米交叉重播则缺苗较多,而且影响播期延长增加成本。如旧宫村东行距15厘米、22斤播种量,每亩出苗26.4万,有效穗58.9万,而交叉播44斤播种量的,苗数仅23.5万,有效穗51.3万。全公社16,185亩小麦,机播面积占12,740亩,播种期集中在2月下旬,充分说明了机械化的优越性。畜力播种,宽行大壟,不能充分利用地力,下种不均匀,麦壟因受边际影响,壟边分蘖多,穗头大,壟中心分蘖少,穗头小,采取窄行窄幅分布稍为均匀,穗子也比较整齐。因此,在机力不足而采取畜播时,也要尽量采用窄行窄幅,以提高产量。根据西紅門大队的调查材料,可以证实这一点(见表 6)。

表 6

处 理	基本苗 (万/亩)	有效穗	无效株	单株有 效分蘖	小穗数	結实	每穗 粒数	計算产量 (斤)	說 明
寬行寬幅 40+30厘米	69.9	50.7	19.2	0.73	11.85	8.00	8.17	204	倒伏重
窄行窄幅 15+12厘米	43.7	42.5	5.2	1.00	14.26	9.08	14.6	310	部分輕 微倒伏

二 肥水結合,攻穗攻粒

肥水两足,是在爭取有效穗数增多的基础上,进一步增粒增重,获得单位面积高产的重要条件。

施肥是小麦丰产的物質基础。适量、适时是施肥的关键。公社

1959年小麦在施肥方面增施基肥,分期追肥,满足了小麦密植后生长的需要。

在施用基肥方面,大量地增施了廐肥等有机肥料,每亩平均10,000斤左右,結合耕地翻入,不断分解以供給小麦生长需要。同时为供給苗期所需肥分,公社所有小麦大部都施用了种肥硫酸銨等每亩5—10斤,起到了分层施肥的作用,因而苗期生长茁壯,全公社麦田在1958年11月上旬調查,每亩总分蘖在100万以上的达8,000余亩,50万以上的8,000余亩,50万以下的仅475亩,充分說明了基肥、种肥所起的作用。

分期追肥,供給小麦各生长期的需要以攻穗攻粒,是一项有效措施。公社采取了早追氮磷,再追鉀肥,酌量补給氮肥的办法,收到了良好效果。在冬灌时即結合灌入污水粪尿等每亩600斤。早春返青时(3月10日左右),每亩追硫酸銨10斤,以促使穗多穗大。繼而重点在生长繁茂的麦田追施草木灰50—300斤,以壯莖稈防止倒伏。其后在孕穗期又对丰产田及三类麦田重点追粪稀和硫酸銨以攻籽粒,因而1959年麦田一般无缺肥現象,这是获得丰产的可靠基础。但是,不当的施肥是造成倒伏的主要原因,特别是在施肥不均、氮肥过多的情况下尤为明显。如1959年发生点片倒伏的地块,大都为粪堆底所造成;第四分場四区麦田返青后,施氮肥較多,形成猛长,第一节显著加长,而鉀肥在拔节后施下,地皮发干,沒有及时

表 7

地 区	每亩施基肥 数量(斤)	追肥日期 (月/日)	数 量	有效穗	倒伏 情况	每亩产量 (斤)
四分場四区	15,000	3/8	硫 酸 銨 21斤	805,527	重倒伏	600
		3/8	过磷酸鈣 9斤			
		4/3	錳 矿 渣 20斤			
		4/9	硫 酸 鉀 10斤			
		4/13	草 木 灰 50斤			
二分場牛場后	10,000	3/8	草 木 灰 300斤	684,765	未倒	738
		4/9	粪 稀 1,500斤			

发生作用，造成了小麦倒伏；而第二分場在生长較旺的麦田先追小灰，后追氮肥，使小麦生长良好。这充分說明了根据情况灵活掌握追肥的重要（見表7）。

此外，在冬季进行了盖粪工作，也起到对弱苗的补肥作用，使粒数、千粒重都有增加（見表8），但也有盖粪不当，粪块太大，以致烧死麦苗的現象。

表 8

地 区	面积 (亩)	处 理	每亩有效穗数 (万)	粒 数	千 粒 重 (克)	計算亩产量 (斤)
天恩大队	75	盖粪	67	17.6	32.7	698
小粮台	88	不盖粪	67	14.6	31.7	611

澆水工作与追肥相結合，以發揮肥水增产的作用。公社16,185亩麦田全部进行了冬灌，掌握了冬灌要早、灌水要足的原則，从1958年11月上旬至11月底基本上灌完。由于1958年冬季温度高，澆水以后麦田仍有生长，据德茂队12月上旬調查，每株小麦有三、四条根长出1寸多长。鑒于往年小雪封地，因此冬灌最好在11月20日前灌完。

1959年春2月底、3月初降雪水31毫米，点滴入地，水足墒飽，代替了返青水。正常年份仍以3月上半月澆完返青水为宜。返青水要小澆，防止結冰，碱地地寒，可稍推迟。4月上旬小麦拔节，由于肥足水足，部分肥沃麦田有前期倒伏現象，因此提出适当蹲苗以控制徒长。对二、三类苗仍可澆水。由于1959年春季干旱，灌水对于小麦生长更为迫切需要，因此灌拔节水、抽穗水、灌浆水都起到了显著的增产作用。例如常庄东的麦田，春灌比不春灌的每亩增产53斤；旧宫村南春灌三水比二水的每亩增产97斤。第四分場由于苗旺，恐怕澆水造成倒伏而未澆拔节水，因而不孕小穗大为增加，最大有达9个不孕小穗的，对增产有一定影响（見表9、表10）。因此在正常情况下，当第一-节已定型时即澆拔节水（4月中旬），这样返青水早，

表 9

地 区	品 种	每亩穗数	小穗	不孕 小穗	粒数	浇 水 次 数	千粒重 (克)	每亩产量 (斤)
常庄东	农大9号	362,258	14.3	3.6	18.6	冬水、拔节、抽穗	35.24	302
		284,142	12.7	4.5	16	冬水	33.6	249
旧宫南	农大9号	575,942	15.4	5.4	17	冬水、拔节、抽穗	34.64	692.5
		551,945	13.5	4.6	17	冬水、拔节	33.8	595

表 10

地 区	穗 别	株高 (厘米)	第一节 (厘米)	第二节 (厘米)	小穗	有效	无效	浇 水
四分場一区	主茎穗	95.5	12	13.7	15.9	10.4	5.5	未浇拔节水
	分蘖穗	88.8	9.6	14.2	14.4	7.6	6.8	
亦庄牛場东	主茎穗	98.2	5.6	11.9	14.3	9.7	4.6	浇拔节水 (4月9日)
	分蘖穗	89.5	3.8	10.5	12.8	6.8	6	

拔节水稍晚,便可以使第一节不致因水分过大而徒长倒伏。春灌的第三水为抽穗水,可以浇足,以攻足籽粒饱满。浇这一水需要認真掌握时间,有风天不浇,以防止倒伏。

不当的施肥和给水,是造成倒伏主要原因。1959年公社麦田在防止倒伏方面,除了蹲苗外,还进行了割叶疏苗。据调查,早期疏苗是有效的,如德茂生产队队部与共青团的两块試驗田,同样下种300斤,但共青团試驗田在返青时及时进行疏苗,每亩获得90斤的产量;而队部的試驗田因未疏苗,很早就倒伏,結果只得充作飼料。但在密度不过大的情况下,虽然有点片倒伏,也不应間苗,如德茂生产队在三号地間苗,造成了减产(見表11)。

表 11

地 区	处 理	每亩有效穗 (万)	每穗粒数	計算每亩产量(斤)
德茂三号地	未間苗	72.6	19.4	817
	間苗 1/3	58.6	21.8	754.5

三 深耕細整, 打好苗全, 苗壯基础

全社麦田用机器深耕的有14,900亩,人力翻地的有1,200多亩,这就給小麦生长創造了有利条件。俗話說:根深蒂固,加深了耕作层就利于根系的发育和养分的吸收作用。根据深耕和浅耕的不同,挖取土壤剖面来看,以深耕50厘米为最好,35厘米次之,20厘米最差。由于根部发育良好,地上部分也相应的生长苗壯(見表12)。

表 12 耕地深度对麦根生長的关系

耕翻深度 (厘米)	土壤剖面 (厘米)	根 系 分 布		耕深20厘米、 35厘米对50厘 米的%	情 况
		多 少	%		
20	5—20	比較多	100	60—70	0—5厘米根系分布較少,5—10厘米逐渐增多,10—20厘米逐渐减少。0—20厘米根系分布近于菱形。20厘米以下根系分布稀少。
	20—65	显著减少	20—30	25—30	
	65—85	逐渐减少	12—18	25	
	85—120	稀少	—	50	
35	5—30	比較多	100	80—90	表層根系分布成鰻头形比較密,0—30厘米逐渐增多但不显著,30—80厘米近于长方形,但30—55厘米比較稀,75—80厘米以下根系分布稍成笔尖形。
	30—55	减少一半	50	60—70	
	55—80	稍有增多	60	80—90	
	80—120	稀少	—	100	
50	5—30	比較多	100	100	0—30厘米同上,30—80厘米长方形,但60厘米以下稍稀,75—80厘米同上。
	30—60	逐渐减少	60—70	100	
	60—80	逐渐减少	36—49	100	
	80—120	稀少	—	100	

經過深翻的土地,一般都用圓盘耙耙地两遍,人工找平,使表土松软,田面平整,并作出灌溉畦田,以备灌溉。由于細致整地,使机播質量良好,保证了苗全苗壯。

四 扩大良种面积,提高增产效果

全社麦田基本上采用了优良品种。农大183号4,165亩,农大9号2,151亩,碧蚂1号6,912亩,其余为当地种(紅芒白、五花头等)。优良品种具有耐水耐肥、穗大粒重、抗病抗倒等优良特性,极易获

得高产。根据金星大队老三余生产队小麦品种比较,农大183号表现最好,亩产678.3斤,比当地品种增产22.1%(见表13)。

表13 小麦品种比较

品 种	每亩有效穗数(万)	每亩小穗	有效小穗	每穗粒数	千粒重(克)	每亩产量(斤)
1885	63.3	13.6	10.8	11.36	31.6	602.9
五花头	68.5	13.8	11.85	13.45	24.9	555.7
183	66.1	16.2	14.3	16.71	32.8	678.3
碧蚂1号	61.6	11.6	9.66	16.54	30.2	593.8
早洋麦	56.6	12.1	10.1	16.90	34	647.5

另以第二分场为例,农大183种植面积1,801.8亩,平均亩产550.8斤,大面积获得丰产。而西红门大队种当地品种,平均每亩产量为287斤。如果换用良种,产量会高于这一水平。

为了获得丰产,加强选种、保种工作也很重要。全社1959年选留良种100万斤,全部可改用优种。此外,为了排开收获期,不同成熟期的良种也有选用必要。

中德友好人民公社楼梓庄小麦專業队的 小麦是怎样获得丰收的

北京市朝陽区农业科学研究所

中德友好人民公社在人民公社化的新形势下，認真总结了1958年农业生产大跃进的經驗，在党的总路綫的光輝照耀下，掀起了1959年的全面生产高潮。为了搞好重点，取得經驗，公社党委以楼梓庄为重点組織了小麦专业队。

楼梓庄小麦专业队共种小麦1,452.3亩，1959年平均亩产352.8斤，比1958年每亩146斤增加141.6%，比1959年全社平均亩产量增加115.1%，并且获得了1,010.134亩平均亩产410.5斤的大面积丰产，其中有223.92亩平均亩产577.3斤，并有1.05亩移栽小麦，获得了亩产762斤的全队最高記錄。社員鮑金生說：“我干了五十多年的庄稼活，沒有看到过这样好的麦子。”

楼梓庄小麦专业队的小麦能够获得丰产，是与党的領導，社員的冲天干劲和辛勤劳动分不开的，現将其主要丰产經驗分述如下：

一 因地制宜地贯彻农业“八字宪法”

(一) 适时播种，适当密植 全队小麦絕大部分是在1958年9月21日至30日播种的，約有200亩是在10月18日至19日播完，其中有1,000亩采用机播，保証小麦均匀分播，保持一定的营养面积，使小麦穗大穗多。为了使麦苗通风透光良好，稈秆坚硬，防止倒伏，便于田間管理，把48行播种机改为24行条播，行距5—6寸，播幅3—4寸，土地利用效率比往年提高近一倍，基本上达到了均匀密植，保証了单位面积上应有的株数、穗数，1958年秋播小麦的播种量主要是

根据不同播种期决定的，秋分到寒露播种的每亩40—45斤，寒露以后播种的，每亩45—50斤，平均达到45斤，比过去的18斤增加了一点五倍。一般的有效分蘖都在40—60万穗，比过去20万穗增加了一倍多，麦苗生长正常，没有倒伏现象。经验证明，适当密植以后，只要其他田间管理都跟得上，增产是肯定的。如果再进一步的加强管理，播种密度还可以适当增加。但从播种量来看，1958年似乎多了一些，由下表可以看出：

表1 每亩45斤播种量麦苗的变化情况

地 区	调 查 日 期	每 亩 株 数
2 区	出 苗 期	59.9万
2 区	3 月 21 日	205万
2 区	4 月 16 日	134万
2 区	5 月 23 日	50—61万，有效穗增加1.84%

从表1可以看出，出苗后到返青，苗数逐渐增加，拔节到抽穗逐渐减少，陆续有死株、死蘖，最后有效分蘖只增加1.84%，这种现象不是由于缺肥缺水，而是说明播种量多了一些，因此今后适当减少播种量到30斤左右；在依靠主穗，适当利用一部分分蘖的情况下，还是可以保持一定的密植程度，达到密植丰产的目的。

(二)增施肥料 在深耕密植的条件下，增施肥料才能充分发挥小麦的增产潜力。1959年大部分麦田的底肥平均每亩为 3,000—4,000斤，其中有223亩指导田每亩底肥达到6,000斤，比1958年每亩1,500斤增加将近三倍，但是根据小麦生长的需要来看，底肥还显得不足。根据底肥不足和小麦“胎里富”的生长特点，在苗期增施了追肥，大部分追肥都在谷雨前施下，并以土肥及速效氮肥为主，促进正常生长，保证了小麦孕穗和抽穗期的需要。后期追肥，以磷钾肥为主。一般追肥是4—5次，指导田达到7—8次。

在1958年11月下旬到12月初，一般每亩追施混合粪(蒙头粪)3,000—5,000斤，指导田20,000斤；同时泼人粪尿2,000斤。2月16日

至3月5日,有178亩指导田每亩又泼人粪尿2,500斤,3月上、中旬,一般田每亩追肥老房土138斤,掺硫酸铵12斤,草木灰100斤,有118亩指导田每亩追施土化肥2,000斤。3月底至4月初,指导田普遍喷5%硫酸铵水一次,每亩100斤。4月底到5月初,一般田每亩追施混合钾肥20斤,指导田每亩追施混合钾肥50斤,钙、镁、磷肥30斤。5月15—26日,指导田普遍喷磷一次(过磷酸钙5斤兑水200斤)。此外,从3月10日至4月21日,在指导田内偏追硫酸铵2—5次,共有50亩每亩平均施用硫酸铵20斤。根据这个施肥数量折合氮、磷、钾情况来看,亩产500—600斤的,约施氮113斤、磷28斤、钾204斤,亩产200—300斤的,约施氮15斤、磷13斤、钾40斤。由于及时分期进行了追肥,不断的供给小麦各个阶段所需要的养分,保证了小麦的有效分蘖,粒大、粒多、粒饱。但是,追肥用的粗肥数量虽多,然而大半施在表层,肥效没有充分利用,这也是1959年施肥中存在的问题。假如1959年追肥用的粗肥大部分增加到底肥上,小麦根系发育会更好,产量可能会更高些。据观察,及时对三类苗偏追一些速效性氮肥,是促进小麦生长整齐、消灭三类苗和提高产量的好办法。

(三)合理浇水 在小麦整个生长期中共浇两次水,第一次在大雪节前后浇冻水,共浇了500亩,保持小麦越冬期有足够的水分。由于麦田地势比较低洼,在1959年2月24日又下了一场大雪,因而土壤水分很多,地温较低,麦田返青较慢;据4月20日调查,麦苗生长正常的地区,土壤水分为18%,而麦苗发黄、生长较慢的地区,土壤水分在22%以上。

在拔节期间土壤水分较为充足,为了防止密植倒伏,适当的控制了浇水。到抽穗期(5月2日至7日)开始浇第二次水,满足了抽穗、扬花、灌浆期对水分的需要,在全部生长期内没有发生干旱现象。

由于做到了适当控制、因地制宜的浇水,使小麦生长健壮、稈秆坚硬。根据调查,第一节节间长度平均为5.7厘米,第二节间长平均12.5厘米,因而全部麦田虽然在密植的情况下,始终没有发生倒伏现象。事实证明,浇水必须看天、看地、看苗,适时、适量,这样对

丰产才有保证。

(四)选用良种 选用良种是 1959 年获得大面积小麦丰收的一个基本因素。在往年,这个地区用的全部是当地品种,如五花头、红芒白、七二麦等几个品种。1958 年有 1,200 亩小麦采用了碧蚂 1 号良种,其他 200 多亩种的还是本地品种五花头。由于良种具有耐肥、耐水、抗病、抗倒伏的特点,具有很大的增产潜力,因此在加强田间管理的条件下,更显示出良种高产的优越性。根据调查,也可说明不同品种对产量的关系:

表 2 不同小麦品种与产量的关系

品 种	平均小穗数	平均粒数	每亩平均产量(斤)
碧蚂 1 号	12.5	25.18	572.7
五 花 头	9.89	18.74	488

表 3 不同小麦品种与病害的关系

品 种	锈 病 发 病 率	黑 穗 病 发 病 率
碧 蚂 1 号	基本没有	基本没有
五 花 头	80%	5—7%

(五)深翻土地 全队麦田大部分是用机耕与人工深翻的,最深的达到 1.5 尺,一般的也在 1 尺左右,比往年 4—5 寸的耕作层增加一、二倍,给小麦根系发育创造了良好的条件。耕后为了保持墒情,细碎土壤,以利小麦出苗,还进行了压、耙各两次,基本上做到了深耕细耙。但是耕层过深,在当年看不出显著的效果(如表 4):

表 4 麦田深耕 3 尺对小麦产量的关系

深耕深度	每亩底肥量	每亩播种量	追肥次数	浇水次数	每亩穗数	每亩产量(斤)
深翻 3 尺	10 万斤	45 斤	6 次	2 次	56.58	714
1.3—1.5 尺	6 千斤	45 斤	8 次	2 次	50.16	654.4
1.3—1.5 尺	6 千斤	45 斤	8 次	2 次	48.72	733.5

从表 4 可以看出,深耕对产量的关系并不十分显著,据观察,大

面积深翻1尺左右，麦田生长很正常，根系发育也良好，因此在目前劳动力比较紧张的情况下，深翻到1尺左右即可。

(六)防治病虫害 在拔节期间为了预防锈病的发生，在1959年3月22日每亩撒草木灰100斤掺3斤石灰，4月3日每亩又喷5%的硫酸铵水100斤，由于碧蚂1号是一个比较抗病的品种，因此基本上没有发生锈病。

1959年4月20日有1,000亩麦田发生了麦叶蜂为害，专业队立即组织了专业治虫小组，及时喷5%滴滴涕掺0.5%GGG粉(1:2)一次每亩3斤，彻底消灭了麦叶蜂为害，保证了小麦产量。

(七)加强田间管理 由于麦田地势比较低洼，春天大雪之后土壤水分很大，地温较低，影响了麦田的返青，为了加速土壤水分的蒸发，在指导田里进行了5—7次的耨麦，其他1,000多亩麦田也普遍压一次、耨1—2次，其中有部分畜播麦田还耩了一次。由于进行了中耕松土，增加了地温，使麦苗生长正常。

在追肥的同时，对三类苗加强了管理。全队有160多亩三类麦子，由于播种较晚，整地不平，出苗很稀，有部分社员提出要把它改种了，后来在返青拔节期每亩追落房土138斤，掺硫酸铵12斤，泼人粪尿2,000斤，施草木灰100斤，并在1959年4月27—30日及5月2—7日，浇水两次，使麦苗迅速生长，改变了三类苗的面貌，结果这块地每亩收300斤，比楼梓庄大队的麦子还高50%。

二 1959年的麦收虽然取得了一些成绩，但也存在不少问题

(一)播种量多了一些 1959年播种量平均每亩45斤是多了一些，使一些有效分蘖不能很好生长。如果在整地细致、适时播种的情况下，以机播35斤、畜播30斤为宜，因为适当依靠一部分分蘖，也能保持现有的密植程度。

(二)底肥不足，质量也不够好 应该从增加底肥的用量适当减少追肥的次数，特别在劳力比较紧张的情况下，大搞万亩丰产田，更应采用巧干的办法，如果有保证质量的混合粪15,000—

20,000斤作底肥，并結合其他必要的田間管理，爭取千斤是可能的。

(三)管理不夠均衡 指導田管理比較好，大部分麦田管理比較粗放，因此在產量上相差很遠，詳見下表：

表 5 不同麦田管理对產量的关系

地 区	品 种	底 肥	追肥次数	浇水次数	每亩產量 (斤)
一 区	碧 螞 1 号	沒 有	3	1	221
二 区	碧 螞 1 号	6,000斤	8	2	565.8
三 区	碧 螞 1 号	6,000斤	8	2	587.44

(四)播种前沒有做好平整土地工作 在泄水时深淺不一致，洼处水分过大，以致麦苗返青不好，因此要保證麦苗生長一致，均衡澆水，必須要平整好土地，做到畦田化。

1959年由于获得小麦的大面积丰收，鼓舞了全体社員的丰产信心。党委为了在1960年取得更大的丰收，计划在楼梓庄組織1,000人的小麦专业队，繼續發揮专业組織的优越性，搞万亩千斤丰产方，运用一切先进經驗，爭取大面积丰产。

小麦密植問題的討論

北京农业大学小麦綜合研究組

在1958年农业生产大跃进的基础上，京郊广大农民在党和政府的正确领导下，奋战一冬一春，获得了小麦全面大丰收。在132万亩面积上平均亩产164.6斤，比1958年亩产131.9斤增加了24.8%，这是一个特大的跃进，是郊区空前的大丰收。各区都涌现了大面积的丰产田，如丰台区石景山人民公社在3,515亩土地上平均每亩收获462斤，大兴区红星人民公社在17,900亩土地上平均每亩收获311斤，海淀区北京农业大学农场試驗站在591亩土地上平均亩产达到500斤，高产田亩产千斤以上的有40亩。这些丰产成績的取得，是人民公社成立后的第一批胜利果实，是从1958年8月起全民奋战十个月，大兴水利，大力积肥，大搞深翻地，普遍推行密植，采用良种，精耕細作，加工管理，認真执行了农业增产的“八字宪法”的結果。

北京农业大学下放京郊的全体师生，辛勤地参加了永丰人民公社、农大农场和試驗站的全部生产劳动，在小麦生产过程中，認真地进行了系統的調查研究；麦收期間还参加了北京市丰产試驗田和丰产方的驗收和調查总结工作，如东郊农场、西郊农场、南郊农场、丰台区、周口店、順义区、海淀区等地，总计取样調查近200个点，并綜合分析了各地的丰产經驗。現仅就密植問題加以討論。

京郊普遍实行窄行密植，行距从7.5厘米至15厘米，播种量的幅度很大，一般亩播30斤至40斤，比1958年增加几乎一倍。海淀区的播种量特別大，最少是40斤，多的是70余斤；至于試驗田最少是60斤，多的到400斤。最后所获得的产量变化也很大，高的达到1,200斤

左右，大面积丰产方的产量都在500斤上下，仅有部分旱地、盐碱地亩产在百斤以下。大家一直在关心着播种量究竟是多好还是少好的问题，争论也在不断的进行着，都期待着用大量的事实来作说明。我们仅就现有的资料，提出以下的几点同大家讨论：

究竟稀植好，还是密植好？

依靠主穗，还是依靠分蘖？

主穗与分蘖的关系如何？

如何因地制宜的考虑密植问题？

一 播种量与产量及产量构成因素的关系

构成产量的因素是单位面积内的株数、穗数以及每穗粒数和千粒重。只有这四个因素的总合占优势，才能得到丰产。根据近百个点的资料分析（见表1），可以看到一个突出的现象：即在同一产量范围内，播种量相差悬殊，产量因素的变动幅度也很大。如1959年亩产500斤以上的丰产田，每亩播种量少的只有10斤和14斤，每亩株数7万和22万，每亩穗数32万和61万，每穗粒数达到23和25粒，千粒重26.6和32.5克。但是大多数亩产500斤的丰产田，是每亩播种40斤，每亩株数46万左右，每亩穗数55—64万，每穗粒数16—18粒，千粒重32—33克。在7块千斤亩中有三块播种量为40斤，每亩穗数60万，仅每穗粒数增到20余粒，千粒重达40克。还有很多高密度的丰产田，每亩播种量达到70斤甚至200斤，株数多在100万上下，每亩穗数亦为100万左右，但有一个共同特点是每穗粒数较少，仅10粒余，多的也不过15粒。在高密度下，另一个普遍现象是死苗率较高，出苗不全，苗株拥挤，莖稈细弱，倒伏现象严重，必须进行间苗、疏苗、剪叶、搭架等细致管理以防倒伏，才能获得一定丰产。如每亩播种量70斤的，虽然有的也达到500斤甚至1,000斤的产量，但是这是不经济的。

表1 京郊1959年小麦产量及产量构成因素的变化

(据西郊、南郊近百个点的资料整理)

产 量 (斤/亩)	調查 点数	株 数 (万/亩)	穗 数 (万/亩)	每穗粒数	千粒重 (克)	播 种 量 (斤/亩)
1200—1000	7	37—50*—82	60*—107	16—20*—21	30—40	40*—70
1000—800	9	40—55*—68	55—70*—114	14—20*—24	28—34	30—40*
800—600	20	18—55*—133	49—68*—127	10—17*—24	19—35	22—40*—140
600—400	24	7—55*—337	36—60*—248	5—17*—22	23—35	10—40*—250
400—200	17	25—50*—267	28—68*—153	4—13*—19	21—33	35—45*—139
200—50	14	44—60*—98	46—60*—83	5—7*—13	20—26	30—50*—55

* 为一般情况。

对上述的大量資料如果从表面上看,人們很容易得出“播种量不同而产量大致相同”的說法,并以此作为論爭依据(孟县小麦大面积丰产方技术經驗总结,人民日报1959年7月7日)。但是从农业技术的要求來說,合理密植就是表明播种量过多过少都是不适宜的,不能籠統地說播种量的多少与产量沒有多大关系。应该研究在一定条件下究竟多少播种量才是恰到好处,我們根据已有材料作了进一步的分析。

(一)不同播种量与株数和穗数的关系 西北生物土壤研究所在有关密植問題的材料中曾提出,当单位面积內每亩莖数达于一定数量后,继续增加播种量,莖数反而驟减(人民日报1959年1月23日)。根据我們的調查資料,不能得出这样的結論。

表2 在一定肥力水平下播种量与株数的关系

(調查点:永丰公社)

播种量(斤/亩)	株 数(万/亩)	分 蘖 力	含氮量(斤/亩)
30	44.22	2.68	21.0
38	52.92	2.13	19.2
45	54.00	1.76	19.5
45	57.38	1.60	18.0
50	89.80	1.29	19.2

注:施肥量以純氮量計算,以下同此。

由表 2 可見当播种量在30—50斤范围内，每亩株数随播种量的增加而增加。至于在高播种量情况下，每亩株数的变化則比較混乱，但总的趋势是高播种量的每亩株数大于低播种量的。如西郊农場不同播种量的試驗，凡播种量超过 100 斤以上的每亩株数多在100万以上，播量在100斤以下的每亩株数多在100万以下。

与产量相关的不仅在于每亩株数，还更直接决定于每亩穗数。根据德茂农場不同播种期与不同播种量的試驗，也可以看到播种量与每亩穗数为正相关，播种量少的每亩穗数亦少，播种量超过 100 斤以上时，每亩穗数亦在100万以上(見表 3)。

表 3 不同播种量与穗数的相关(德茂农場不同播种量試驗)。
(1958年9月19日播种，1959年5月14日观察)

播 种 量 (斤/亩)	25	50	100	150	200	300
每 亩 穗 数 (万)	65.33	75.45	95.99	112.05	106.9	210.1

但是必須指出，当播种量相同时，由于出苗条件以及肥力水平不同，經常引起每亩株数、穗数的差异，如表4同样是每亩播种量40斤，因为出苗条件不一，使每亩株数有的仅37万多株，有的达到50万株以上。而肥力条件的差异又引起在同一株数范围内每亩穗数不同，例如同在每亩50—60万株内，当每亩施氮量在50斤左右的每亩穗数仅56万，而施氮量在100斤以上的每亩穗数达60万以上，在每亩株数为80万时，趋势也是如此，施氮量少，每亩穗数亦少。可見为了保証单位面积内有足够穗数，除适当增加播种量外，提高肥力水平也是十分重要的。

但总括起来說，在基本条件一致时，每亩株数与穗数都和播种量有一定的相关，即当播种量增加时，每亩株数和穗数都較多，即使在高密植条件下，出苗不齐，死苗率較高，但由于播种量大，每亩总株数和穗数仍多，并没有当播种量增至一定程度时每亩株数、穗数趋于一致的现象。那末，是否可以由此得出“播种量增加，引起株数、

表 4 在一定株数范围内施肥量与穗数的相关

(调查点: 永丰公社)

株 数(万/亩)	穗 数(万/亩)	含氮量(斤/亩)	每亩播种量
37.93	38.2	15.6	40斤
50.67	56.1	54	40斤
51.62	61.8	100.5	40斤
57.18	62.4	105	40斤
79.8	25.4	19.5	40—50斤
80.4	78.6	60.75	40—50斤

穗数增加,因而产量亦必增加的结论呢?显然不是这样,密植并不是愈密愈好,因为当密度增加每亩穗数增加后,单位面积产量还取决于每穗粒数和千粒重,因此有必要进一步分析播种量与每亩穗数、每穗粒数和千粒重的相互制约对于产量的影响。

(二)不同播种量与每穗粒数的关系

表 5 每亩穗数与每穗粒数的相关对产量的影响

类型 \ 性状	播 种 量 (斤/亩)	每亩穗数 (万)	每穗粒数	千 粒 重 (克)	产 量 (斤/亩)
稳 产 的	10	32	25	32.5	564
	21	44	30	34.5	749
	29	39	30	38.4	917
产 量 变 动 较 大 的	40	60	20.9	40.0	1,023
	40	76	14.4	32.0	707
	40	64	18.2	32.4	546
	45	53	20.1	20.9	624
	68	69	18.0	26.5	657.6
	75	66	20.0	31.7	836
产 降 低 量 的	100	127.5	12.7	29.3	611.16
	200	248.7	5.62	24.4	440.8

在播种量、穗数与粒数相互变化的过程中,可以看到这样几种趋势:

1. 穗数增加, 粒数較多, 产量上升;
2. 穗数增加, 粒数較少, 产量变幅較大;
3. 穗数增加, 粒数下降, 产量下降。

由表 5 可見, 当播种量由 10 斤上升到近 30 斤时, 每亩穗数由 32 万上升到 44 万, 粒数也相应遞增(由 25 到 30 粒), 产量因而增加(密度与穗数、粒数的关系大于与千粒重的关系, 故千粒重略而不計)。在这一范围内, 产量因素与产量的遞增趋势, 可以認為是符合“合理密植”的要求。当播种量增加时, 它們的各项产量因素都得到改善: 单位面积內既有足够的穗数, 而且又穗大粒多粒飽。所以如此, 是因为形成这些产量因素的营养器官也发育正常。根据德茂农場不同播种期、播种量試驗, 每亩播种量 25 斤、每亩穗数 65 万的几个經济性状都占优势, 分蘖力較强(有效分蘖 3 个, 无效的 4—5 个), 次生根数达 21 个, 单株叶面积达 75 平方厘米, 为 300 斤播种量的五倍多, 显而易見, 这时密植在增产上起主导作用。当播种量在 40 斤以上, 每亩穗数达 60—76 万时, 穗数虽然增加, 但粒数較少, 产量很不稳定, 而且倒伏威胁严重, 风险較大, 栽培管理稍有不当, 就会影响产量。据北京农大試驗站丰产田的材料, 播种量 73 斤, 每亩穗数达到 80 万, 便有倒伏迹象, 因而不敢澆水, 大大影响每穗粒数, 以至最后影响产量。老乡說得好, “种密了的不是庄稼, 长密了才是庄稼”, 便是这种道理。当播种量再上升到 100 斤时, 情况就很明显了。密植本是好事, 超过一定的限度, 好事变成坏事, 因为播种量过大(100 斤上下), 每亩穗数过多(100 万左右), 有明显的拥挤現象, 首先表现在株丛中光照强度剧减, 据北京农大东北旺农場 1959 年 3 月 31 日观察, 一般大田(播种量 70 斤), 光照强度植株中部为 15,000 勒克斯, 下部为 6,170 勒克斯, 而播种量 100 斤的植株中部为 7,170 勒克斯, 下部为 1,330 勒克斯, 下部仅为对照的 $\frac{1}{5}$ 。由于光照强度的减弱, 影响到一系列营养生长。在德茂农場試驗中观察到播种量在 100 斤以上时, 一律都是单干, 根系极不发达, 次生根只有 5 个, 为低播种量的 $\frac{1}{4}$, 单株叶面积也較小, 为 14.98 平方厘米, 在穗分化发育上

則初期緩慢，后期加速，結束提早，导致穗小粒少。再結合整个生育期中植株生长势看，問題就更明显。仅以株高为例，在幼苗初期，每亩播种量25斤的落后于高播种量的(100斤以上)。但在拔节前后这一趋势发生轉变，播种量25斤的速度加快，大大超过高播种量的，300斤的在这时生长停滯不前，到乳熟期时(6月4日)，株高反落后于25斤的，生长发育失調，更使产量因素变劣。由此可知，这时的密植(不合理的)在增产上已轉变为消极因素，为人們所不取的了。

于此我們看到生产实践和試驗結果說明了过稀过密都不好。如以表5播种量过稀的(每亩10斤)为例，在单位面积內沒有足够穗数，即使每穗粒数并不少，产量仍不如每亩播种量20斤的，相差近300斤；过密了亦不好，大多数40斤以上播种量的，产量均减少。由此可見，合理的播种量当在30斤上下。

1959年所有的播种量試驗一致指出，合适的播种量比偏高的播种量每亩产量来得高。南郊农場每亩25斤的产量为879斤，比每亩50斤的增产10%。西郊农場每亩40斤的产量为840斤，比每亩60斤的增产38%。大兴区紅星人民公社每亩30斤的产量为748斤，比每亩40斤的增产22%。当播种量从40斤繼續增加到50斤、60斤以至70斤时，产量遞减(見表6)。这一結果同样說明了在播种量增加到

表6 大兴区紅星公社金星大队播种量試驗

播 种 量 (斤/亩)	每亩有效穗数 (万)	单株有效穗数	每 穗 粒 数	千 粒 重 (克)	产 量 (斤/亩)
30	59.99	1.23	20.52	34.1	748.0
40	56.70	0.95	16.52	33.4	613.8
50	59.25	0.71	15.85	33.7	584.9
60	64.32	0.70	14.17	34.2	569.7
70	76.54	0.73	13.74	31.4	508.5

一定限度时，过多的增加播种量提高主穗率是十分不利的，也可以說是一种脫离实际的想法。

参照1958年郊区的丰产經驗，东郊、南郊两个国营农場亩产

800斤以上的大面积丰产地，播种量为25—27斤，每亩有效穗数都在60万左右，这与1959年的情况完全符合。所以目前在水浇地里每亩用25—30斤播种量是合适的。

二 群体和个体结构分析

争取穗大粒多，是依靠主穗还是分蘖？

这个问题近来議論紛紛，意見分歧。有的主张依靠主穗，認為主莖成穗率高，成熟一致，穗大粒多；在1958年布置高产田时，曾經以依靠主穗的意見为主导，企图增加播种量，使一粒种子长成一个单株，讓养分集中使用，长成大穗，并借此控制无效分蘖。另一些人則主张小麦是具有分蘖特性的作物，应该依靠分蘖，可以不增加或少增加播种量，利用栽培技术促使分蘖增加，长成大穗粒多的植株，从而增产。

表 7 在不同播种量下主穗率对产量的影响

每亩計算播种量(斤)		48	40	30	27	25	14
穗 数 (万/亩)		62	67.03	66.92	66.45	68.47	61.6
分 蘖	有 效	1.06	1.14	1.4	1.52	1.8	—
	无 效	0.74	0.46	0.7	1.38	2.3	—
每小 穗 穗数	主 莖	14.24	14.8	14.6	14.1	15.6	—
	分 蘖	16.66	13.9	13.3	13.3	14.4	—
	单 株 平 均	14.26	14.6	14.2	13.8	14.8	17.15
不小 穗 孕数	主 莖	5.00	3.7	3.1	3.6	4.2	—
	分 蘖	6.7	6.7	6.0	3.7	5.3	—
	单 株 平 均	5.13	4.1	4.0	3.6	4.9	4.47
每粒 分 穗数	主 莖	14.6	18.2	20.9	19.1	16.8	—
	分 蘖	11.7	8.57	10.3	19.2	12.9	—
	单 株 平 均	14.4	17.0	17.9	19.1	15.7	22.12
千 粒 重 (克)		32.0	32.74	31.76	34.02	33.28	26.6
主 穗 率 (%)		94	88	71	66	56	27
估 产 (斤/亩)		708	749	760	868	715	552

我們分析了紅星公社南郊农場36个点的資料，在各种穗数范围内，主穗率与产量的关系都有类似的趋势。現仅以每亩穗数60—70万范围内的为例說明如下：

(一)当播种量从48斤到25斤，每亩穗数在60—70万范围内，随着主穗率逐漸降低，产量相应增加，但当降低至一定限度时，主穗率繼續下降，产量亦下降(見表7)。如播种量降至25斤以下，虽然每亩穗数仍达到60—70万，但由于无效分蘖过多(达到2.3个)、消耗的营养过大，有效分蘖亦多，引起分蘖与主穗参差不齐現象。如不孕小穗数分蘖比主穗多一个以上，每穗粒数相差4粒左右。一般說来，分蘖不如主穗健壯，这正是依靠分蘖的一大弱点。在一般大田生产条件下，依靠加多分蘖爭取穗大粒多是有很大局限性的，因此我們提出当主穗率下降至60%以下时，对增产沒有积极意义。

(二)关于絕對依靠主穗，显然亦是靠不住的，从上列的資料可以看到，凡播种量在100斤以上(甚至70斤)，每亩穗数达100万，主穗率为100%时，主穗的各项产量因素都显著变劣。分蘖是小麦的特性，苗期生长的分蘖能促使根系发育良好，完全不分蘖的单株，主穗一定軟弱，次生根数少，穗小粒少(均在10粒左右)，达不到增产目的。因此在群体里主穗和分蘖必須有最合适的配合。从表7可見，当主穗率为88%时，由于主穗率增加，产量因素开始变劣，待播种量再增到48斤以上，主穗率达94%时，产量因素变劣显著，每穗粒数仅14.4粒，产量下降，从这批資料来看，主穗率在60—85%之間比較合适。

(三)所謂主穗率的合适范围(在60—85%)也不是絕對的，超过这个范围，有时也能获得高产，如每亩播种量25斤，其主穗率在不同播种期变动幅度为30—70%，产量也在666—971斤(其中最高产量的主穗率为70%)。同理，在高播种量下主穗率达到100%，如北京农大試驗田，每亩穗数均在100万以上，也获得每亩千斤以上的产量。應該說明，1959年气候较为特殊，4月以后气候酷旱，4—5两月，降雨量仅10.6毫米，旬气温比历年高，加以风大，更显干燥，

因此大大消除了后期倒伏的威胁；加以搭架、拉绳，还可以勉强支撑住倒伏的植株。估计在雨水多的年份，这样高的密度倒伏是会更严重的。

三 主穗和分蘖多少的关系

以上就不同播种量下主穗率不同对产量的影响来分析，其实主穗率的合适范围，也是通过个体内器官与器官的相互关系来反映的，就是说在合适的播种量下，能求得个体的生长发育获得发展，群体的生长发育也达高峰，群、个体关系相得益彰。为此必须进一步分析，在不同播种量下各个单株(个体)的特点是什么？利用德茂农

表 8 在不同播种量下个体类型的特点
(1958年10月4日播种, 1959年6月4日观察)

项目	播种量 个体类型	25 (斤/亩)						50 (斤/亩)						100 (斤/亩)	300 (斤/亩)
		5 穗			10 穗			2 穗			1 穗			单干	单干
		主个			主个			主个			主个			主茎	主茎
		分蘖	茎有	有效	分蘖	茎有	有效	分蘖	茎有	有效	分蘖	茎有	有效	单株	单株
无效分蘖	3	3	1	3	3	1	3	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	0.2
穗长(厘米)	7.8	6.1	6.4	7.7	6.2	6.5	7.4	7.6	6.5	7.1	5.7	5.1	5.3	4.9	4.67
有效小穗数	16	9.4	10.5	16	8.7	10.2	13.5	14.3	13.5	13.9	11.8	7.9	9.6	8.35	3.2
不孕小穗数	2	7.4	6.5	2	7.3	4.2	4	2.7	3.5	3.1	4	5.9	5.26	6.55	7.8
每穗粒数	31	14.4	17.2	32	14.3	17.8	24.5	25	22.2	23.6	18.3	12.3	14.3	11.22	3.5
个体类型所占%		30			30			40			25			37.5	100
								37.5						37.5	100

場不同播種期、播種量的試驗資料分析，不同群體所制約的個體特點顯然不同，詳見表 8。

通過不同播種量下個體性狀的分析，可看到以下幾點：

(一)凡在100斤播種量以上的群體，全部由單干主莖形成，一般穗部性狀均差。

(二)播種量25斤的群體，主要是由具有多分蘗的植株組成，在各類型中已可看到，過多分蘗單株有參差不齊的現象，後起分蘗穗小粒少(主莖每穗粒數為31，第四、第五分蘗僅3粒和5粒)，嚴重影響整體產量性狀，其中以一個主穗帶有一個分蘗穗並附2—3個無效分蘗的單株最好，穗大粒多穗齊，分蘗、主莖性狀接近。例如其穗長為7.05厘米，無效小穗數為3.1個，粒數達23。而有5個分蘗穗的單株相應為6.4厘米，6.5個，17.2粒。從25斤播種量的個體類型分配比例來看，可知其缺點就在於主穗率稍嫌低些，多分蘗的單株個體比例偏高(達60%)，有依靠分蘗來達到增產趨勢。但是，完全依靠分蘗在氣候和肥、水稍有不利于分蘗形成時，首先難以保證足夠穗數，其次也不易做到株穗整齊，而在分蘗過多時又難控制無效分蘗，所以25斤播種量雖然可取，但為更好的發揮合理密植的增產作用，提高主穗率，控制無效分蘗，可考慮把播種量提高到30斤。

(三)每畝50斤播種量的情況接近於25斤，單株都具有一定分蘗，其中亦以一個主莖帶一分蘗穗並附2個無效分蘗的單株最優越。從構成50斤播種量的個體特點可知，其弱點表現在單干植株還占有一定比重(達37.5%)，主穗率有走向過高的趨勢(如48斤播種量的主穗率達到94%)，穗小稈弱，有倒伏威脅。所以在这里大致提出播種量25—30斤為合理密植範圍(在郊區)，30—40斤臨近合理密植邊緣，70斤以上已為不適當的密植了。這一指標在生產上的考驗如何？可用1959年郊區麥收實際資料來說明。

表9 在不同播种量下产量因素和主穗率对产量的影响

播种量 (斤/亩)	株 (万/亩)	穗 (万/亩)	分蘖 力	穗 (厘米) 长	小 穗 数	不 小 穗 孕 数	每 穗 粒 数	千 粒 重 (克)	主 穗 率 (%)	估 产 量 (斤/亩)	地 点
21	14.5	44	5.8	6.7	15.4	2.8	30.4	34.3	31.8	749.11	丰 台
22	27.4	62.9	4.8	5.8	14.9	4.7	17.8	33.8	42.7	767	紅星公社
29	27.4	39.5	1.4	7.95	16.1	3.25	30.2	38.4	70.8	617	丰 台
30	40.1	58.1	2.6	5.5	14.1	3.1	21.9	33.8	73	860	紅 星
35	25.5	40.8	1.7	5.9	13—16	3.77	20.3	43.3	50.8	512	小 屯
40	51.2	80.6	2.3	5.0	15.3	7.2	13.5	33.8	59	731	紅 星
40	37.6	60.3	3.8	7.0	15.4	3.4	22.1	24.9 ^①	87.2	1023	石 景 山
40	—	41.4	1.12	5.0	13.3	4.2	16.2	30.9	89.3	415	順 义
60	48.4	48.7	1.02	4.55	12.7	3.85	13.8	26.4	89.4	355	石 景 山
80	63.2	88.5	2.6	4.7	13.7	5.1	13.5	33.6	71	788	紅 星

① 因收获过早，影响了千粒重，所得产量为实际验收数值。

由上表看，当播种量从21斤上升到30斤，穗数由40万到60万，产量逐步上升，一般产量因素都发育正常，每穗粒数在20左右，主穗率由30%上升到73%。当播种量在40斤左右，各种性状波动较大，产量也不稳定，有时高达千斤，有时仅为400余斤，每穗粒数则变动在13—22粒，主穗率相应是50—89%，这都说明40斤播种量在栽培条件跟得上时有高产可能，但它不够稳定。当主穗率继续上升影响到个体性状（每穗粒数或莖秆粗）时，则有减产的危机。至于80斤播种量的，虽然能获得高产，但危险性更大，而且不符合经济要求，所以不宜推广。

四 旱地密植問題

合理密植应有一适当范围，但不是绝对的，所谓“合理”永远是相对的，随着人为和自然条件而变，因此必须因地制宜地来考虑播种量，这里有必要提出旱地小麦的密植问题。

1959年在一般旱地（如苏家坨村）也普遍实行小壟密植，播种量每亩40斤。该地土壤贫瘠，肥料缺乏，水利尚未兴修，在这里推行密植，决不能生搬硬套水地的密植标准。这里小麦一般高仅尺余，穗

表 10 在旱地条件下不同播种量对产量的影响 (苏家坨村)

項 目	株数 (万)	穗数 (万)	分 蘖 力	穗长 (厘米)	小 穗 数	不 孕 小 穗	每 穗 粒 数	千粒重 (克)	主穗率 (%)	估产量 (斤/亩)
三星庄小壠密植 (每亩播种量40斤)	39.11	38.39	1.12	3.9	10.8	3.8	10.8	19.5	100.0	107.2
北安河“对大壠” (每亩播种量22斤)	22.66	28.19	3.1	5.8	11.4	4.2	21.3	27.6	83.3	279.7

小粒少,每穗粒数都在10粒左右,有的仅4—5粒。老乡紛紛反映,有的說看这平壠小麦連子都收不回来;有的說,今年这雨水要种上“对大壠”,該多好。确实从表10可見,“对大壠”在旱地具有一定的优越性。首先,反映在产量构成性状上,穗长粒多,千粒較重,具有分蘖穗,主穗率也还适当(为83.3%),“对大壠”植株性状的协调,实际是受它的群体配置合理所决定,仅从株高整齐度就可看出。

表 11 不同播种方式株高的整齐度(旱地)

調查地点	播种方式	不 同 茎 高 分 布 (%)		
		50—69.9厘米	70—89.9厘米	90—110厘米
北安河	大 壠	9.1	84.8	6.1
苏家坨	小 壠 密 植	27.5	67.5	5.0
温泉	小 壠 密 植	5.0	25.0	70.0

“对大壠”麦子一般生长整齐,几近85%集中于一层,而小壠麦仅70%集中于一层,老乡很強調这点。常說:“豆打长稽麦打齐,旱地小壠麦子长不齐。”“对大壠”这一栽培方式,实际是小麦与玉米套作,在麦子行間,春天种玉米,玉米沒长起来时,行間可供麦子充分利用,边际效用大,通风透光良好,有利于植株生长发育,“对大壠”另一优越性表现在老乡对它有一套丰富經驗。从施肥上,老乡主张沟施,集中施肥,充分發揮肥效;在保墒上,趁春搶墒,在大壠中能耨一遍保墒,这些都不是小壠密植所能及;更重要的是在經济意义上,“对大壠麦”收了前茬,还保住了后茬,老乡所以坚持“对大壠”是与它的保产、稳产的作用是分不开的。然而一切都不能絕對

化，“对大壩”虽好也不見得沒有缺点，首先与机械化的发展有一定抵触，故在旱地繼續推行小壩密植完全有必要。根据我們的調查也証明是有可能的，在旱地略施肥料，增产显著。因此，問題是在旱地条件下，合理密植的播种量究竟是多少；显然，40斤的播种量已表“密”象，在缺水、缺肥的水平下，應該降低播种量。我們初步建議，每亩播种量在15—25斤范围内，在栽培方式上則建議“对大壩”、小壩密植都可推行。

五 对京郊小麦密植的几点意見

合理密植的含义就在于因地制宜确定播种量，保証单位面积內有足够穗数，而且穗大、粒多、籽飽。初步建議京郊小麦密植标准如下：

(一)一般大田(郊区水地，肥力水平約为每亩含氮量40斤保証每亩穗数30—40万，产量500斤)播种量以25—30斤为宜。

(二)高肥力水地(每亩含氮量約在80斤左右，保証每亩穗数60万以上，产量1,000斤)播种量可用30—40斤。

(三)旱地播种量仅限于15—25斤，并可推行一定比例的“对大壩”方式。

(四)播种期較晚的，因出苗常不齐，且不易保苗，分蘖也少，应考虑适当增加播种量到40—50斤。

在一定肥水条件下，反映在不同品种之間的合理密植程度也应有所不同。就拿京郊推广的良种碧蚂1号和农大183來說，就有着很大的差別。碧蚂1号叶片大而寬，抗倒能力中等，单位面积內穗数达50万就有局部发生倒伏；而农大183叶片短而窄，莖稈較健，每亩穗数达60余万才发生局部倒伏。此外，品种的越冬性、分蘖力都有着很大的差別。这些品种特性在考虑合理密度时必须予以注意。

此外，在掌握合理密度确定播种量时，还必需考虑到品种的播种質量如发芽率、千粒重，以及整地質量，茬口，当年墒情，常年出苗率，成苗率等。

小麦密植研究^①

中国农业科学院作物育种栽培研究所

1958年以前关于小麦密植研究的主要結論是：第一，适当增加播种量，从而达到增加单位面积內的穗数，是密植增产的主要内容；第二，窄行匀播是最好的密植方式，而且有行距愈窄、增产效果愈高的趋势；第三，北部冬麦区中上等肥力的灌溉地（亩产500—600斤左右），以亩播18—20斤种子（約合26—30万粒左右）为宜，瘦地、旱地应酌减。1958年农业生产大跃进，明确了密植是农业增产的中心，在以深耕为基础，水肥为前提的丰产栽培条件下，要求进一步确定合理密植的幅度、适宜的播种方式，以及获得穗多、穗大、粒多、粒飽的一系列的管理措施，而合理密植幅度成为问题的中心。一年来广大群众和科学工作者就合理密植问题展开了热烈的讨论和試驗，这无疑为解决这个问题創造了极有利的条件，中国农业科学院作物育种栽培研究所在北京进行了試驗和調查，现就初步資料簡报如后。

一 不同密植程度与产量

根据試驗調查的資料来看，在施肥水平較高的条件下，冬小麦以每亩基本苗20万株左右的产量为最高（表1，农大183）。

华北167每亩基本苗25万、64万株的产量与16万株者較接近

① 本研究系本院小麦丰产綜合研究組的项目之一，文內光照資料由本院农业气象研究室測定，植保所、农經所参加丰产組的同志也协助进行了調查和整理資料的工作。

表1 冬小麦良种繁殖田及丰产試驗田在不同密度条件下产量的表現

品 种	基本苗数 (万/亩)	产 量 (斤/亩)	百 分 比 (%)	备 注
华北187	16	787	100	記*者为丰产試驗田, 每亩施廐肥4万斤以上, 餅肥2—3千斤, 化肥1—2千斤, 深翻2—4.5尺, 其余地块施肥多为堆肥1.4万斤, 餅肥200斤, 化肥100斤, 深耕1.5尺, 均为灌溉地。
华北187	25	786	99.9	
华北187	64	775	98.5	
华北187	86	560*	71.2	
碧蚂4号	16	771	100	
碧蚂4号	54	667	86.5	
碧蚂4号	132	514*	66.7	
碧蚂4号	244	320*	41.5	
早洋麦	16	800	100	
早洋麦	47	679	84.9	
早洋麦	118	488*	61.0	
农大183	20	858	100	
农大183	48	589	68.4	
农大108	108	439*	51.2	

表2 三个密植对比試驗的产量結果①

冬小麦碧蚂4号10月4日 播 种			冬小麦早洋麦10月18日 播 种			春小麦三联2号、3月17日 播 种		
每亩株数 (万)	产量 (斤/亩)	百分比 (%)	每亩株数 (万)	产量 (斤/亩)	百分比 (%)	每亩株数 (万)	产量 (斤/亩)	百分比 (%)
100	356	100	45	537	100	30	812	100
150	367	103.1	60	477	88.9	45	822	101.4
200	395	110.9	75	425	79.2	60	678	83.5
250	267	75.0	90	415	77.3	75	729	89.8
300	320	89.9	105	426	79.3	100	644	79.4
400	299	84.0	120	379	70.3			
500	233	62.6	135	377	70.3			
600	267	75.0	150	364	67.8			

① 这三个試驗都是結合丰产田試驗田进行的。

(表1), 其余3个品种当基本苗达47万株以上时, 就显著减产。从表2冬小麦密植对比試驗可以看出, 当播种密度达45万株以上时, 产量随密度的渐增而递减的趋势是十分明显的。春麦密植試驗每亩45万株的与30万株的产量接近, 至60万株时即显著减产。

二 不同密度程度对个体及群体發育的影响

(一)表現在产量組成因素方面 小麦产量組成因素是单位面积內穗数、每穗粒数和籽粒大小。前者与群体发育关系密切, 后者与个体发育有关。个体发育与群体发育存在着一定的矛盾, 合理密植应该在保証个体适当健壯发育的前提下, 求得群体最大的发展, 使穗数、粒数、籽粒大小三者得到恰当的配合, 从而获得最高的产量。从1959年的資料看来, 当密度增加至一定限度时, 虽可以使群体得到发展, 表現在显著增多了单位面积內的穗数, 但由于个体发育受到抑制, 表現在穗部形状变劣, 以至增产不显著或者减产。当过多的增加播种量时, 个体与群体发展都受到抑制, 因而显著减产。

表3 不同密度条件下穗数、粒数、粒重的表現

品 种	每亩株数 (万)	每亩穗数 (万)	每亩穗数的 百分率	每穗粒数	千粒重 (克)	每穗粒重 (克)	每穗粒重的 百分率	产 量 (斤/亩)
华北187	16	59	100	25.5	39.4	101	100	787
	64	102	172.8	15.3	28.3	0.43	42.6	775
	86	78	132.0	15.2	33.3	0.51	50.5	560
春小麦 三联2 号	30	40	100	23.9	40.1	0.96	100	812
	45	45	112.5	24.0	40.4	0.97	101	822
	60	46	115.0	23.4	34.1	0.80	83.3	678
	75	52	130.0	22.0	36.4	0.80	83.3	729
	100	53	132.5	18.1	36.2	0.66	68.7	644

表3显示: 冬小麦华北187当密度增至64万株时, 每亩穗数高达102万个, 較基本苗16万株增加了72.8%, 但每穗粒数和千粒重显

著降低，按二者折算的每穗粒重只相当于16万株的42.6%，得不偿失，因而减产；当密度再增加86万株时，每亩穗数只78万个，这反映了过大的密度不但不利于个体发育，群体的发展也受到限制，减产更为显著。

春小麦三联2号不同密度间的趋势和冬麦情况基本上是一致的，但是，由于春小麦的分蘖力较小，每亩30—100万苗的穗数虽有渐增的趋势，但幅度较小。每亩45万株的每穗粒数和千粒重与每亩30万株的出入不大，每亩密度达60和75万株时，每穗粒数减少，至100万株时显著减少，其变异的情况和产量的表现基本上也是相符的。

(二)个体生育的表现及与群体的关系 总的说来，随着播种密度的递增，个体生育相应削弱，主要表现在单株分蘖数、叶片数、地上部干物重、叶片和叶鞘基部含糖量(苗期)、次生根数等随密度的增加而相应地递减。从苗期开始迄生育后期，始终维持这种局面，返青拔节以后，个体发育与群体发展的矛盾尖锐化，单株生育受到更大的抑制，从而也大大影响了群体的发展。

表 4 不同密度条件下分蘖、叶面积、干物重等的表现

密 度		计划株数	100	150	200	250	300	400	500	600
(万/亩)		实际株数	92	125	143	213	244	335	345	422
苗 期 1958年12月4日										
单 株	分 蘖 数	3.8	3.0	2.8	2.2	1.6	1.8	1.0	1.0	
	叶 面 积(厘米 ²)	22.0	19.1	19.8	23.3	18.3	15.1	16.2	12.5	
	干 物 重(克)	0.17	0.176	0.137	0.140	0.1	0.08	0.0670	0.063	
	干 物 重 %	100.0	104.0	81.0	89.6	59.0	47.2	39.7	37.3	
每 亩	总 分 蘖 数(万)	358	374	402	469	390	—	345	422	
	叶 面 积 系 数	3.0	2.6	4.2	7.4	6.7	7.6	8.4	7.9	
	干 物 重(公斤)	156	220	197	298	244	268	232	267	
	干 物 重 %	100.0	140.8	126.1	191.0	156.0	171.3	148.7	170.7	

拔节期 1959年4月11日

单株	分蘖数	4.7	3.6	2.5	—	2.1	1.5	1.1	1.0
	叶面积(厘米 ²)	84.6	60.2	47.3	—	36.2	28.1	22.3	19.6
	干物重(克)	0.415	0.359	0.265	—	0.227	0.101	0.083	0.077
	干物重%	100	86.4	63.9	—	54.6	24.2	19.9	18.4
每亩	总分蘖数(万)	332	387	365	314	337	333	389	424
	叶面积系数	11.7	11.3	10.2	—	13.2	14.1	11.5	12.4
	干物重(公斤)	382	448	397	—	523	337	285	323
	干物重%	100	117	99	—	136.9	88.2	74.5	84.6
每亩穗数(万)		77.1	80.4	80.4	79.5	76.5	74.4	74.4	66.3
成穗率		23.3	20.7	22.0	25.3	22.7	32.3	19.2	15.6
每亩产量(斤)		35.6	367	395	267	320	299	223	267

从表4可以看出:第一,由于单株分蘖随密度增加而递减,单株干物重亦相应锐减,但若以播种量100万株者为100%,则拔节期的变异幅度远比苗期为大,特别是400万株以上,差异更为明显。第二,每亩总分蘖数随密度的增加,在一定范围内有相应增多的趋势,但苗期密度增至300万株时,就有减少的趋势,至拔节后期则各密度间的总分蘖数渐趋一致,这说明在一定密度范围内,群体的分蘖具有一定的均衡性。第三,苗期每亩干物重有随密度增加而相应增加的趋势,至300万株又趋于下降,至拔节期在100—300万株范围内,每亩干物重增加的幅度小或不增加,当密度至400万株时,则每亩干物重显著减低。第四,苗期叶面积系数(叶片总面积与土地面积的比值),随密度的递增而增大,但在250万株以上时变异的幅度较小,拔节期以300—400万株者稍大,其他各密度的叶面积系数不相上下。第五,各处理间每亩穗数的出入不大,至300万株时有减少的趋势。成穗率及产量均随密度增加而下降,应该指出:这个密度试验的最低播种量100万株已超出了合理密植的限度(从现阶段的技术水平来说),以致产量均低,并不能说明合理密植的情况,但这个材料指出了在过大密度条件下个体和群体的矛盾关系。

① 1959年4月2日调查。

(三)不同密度条件下光照条件的改变及其影响 密植的基本原则是要在增加单位面积株数的前提下,从而增加光合作用的叶面积,充分有效地利用光能,制造有机物质;但当播种密度增加到一定程度时,单位面积内叶面积过大,中层和下层叶片的光照条件不好,严重被遮蔽的叶片几乎不再是植物有机物质的合成器官,而转变为有机物质的消耗者,因而在很大程度上引起了光合作用强烈的削弱,不能有效地积累营养物质。

表5 不同密度条件下植株下方光照强度及干物重①

每 亩 株 数 (万)	30	45	60	75	100
光照强度 (米烛光)②	2,950	1,449	405	409	194
地上部干物重(公斤/亩)	241	309	293	378	361
单 株 干 物 重 (克)	0.803	0.678	0.488	0.504	0.361

表5的资料说明,株间光照强度随密度的增加而递减,至每亩60万株以上时,株间光照强度尚不及植株顶部光照的1%。地上部每亩干物重随密度而递增,但至75万株以上时,则不再增加,且有减少趋势,这与表4所列的冬麦情况是一致的。

光照强度的减弱,直接影响到光合作用的效能,春小麦不同密

表6 春小麦密度试验不同时期叶面积系数及光合生产率

每 亩 株 数 (万)		30	45	60	75	100
叶 面 积 系 数	拔 节 始 期 (4月29日)	30	6.6	6.7	7.0	8.8
	孕 穗 期 (5月21日)	6.6	10.7	12.9	11.5	19.7
	抽 穗 期 (5月26日)	2.2	7.4	10.8	12.1	12.9
光合生产率 (克/米 ² /日)	苗期—拔节始期(4月14日—4月29日)	6.75	4.15	4.4	4.97	4.35
	拔节期—孕穗期(5月6日—5月21日)	3.13	—	2.38	2.11	1.79
	孕穗期—抽穗期(5月21日—5月26日)	1.3	9.6	7.2	—	6.7

① 这个资料是在春麦密度试验中测定的,干物重是1959年5月6日取样,当时正值拔节期。

② 光照强度是1959年5月8日,在9时,11时,14时,16时四次测定定的平均值,测定部位为在植株间离地面5厘米的平面上,当时植株顶部水平面的光照强度平均为64,200米烛光。

度下的光合生产率,可以說明这个問題。

从表6可以看出,叶面积系数随密度的增加而遞增,至孕穗期叶面积系数达到高峰,至抽穗期由于底部黃叶数增多及部分小分蘖死亡,叶面积显著下降,这个情况与光照条件的关系至为密切,也直接影响到单位面积叶片积累干物質的能力。从苗期至拔节始期光合生产率的情况看,除密度为30万株者特高外,其他各处理間的差异不大,这一方面可能是苗期植株尚矮小,4月中下旬的自然光照已趋向垂直,对叶面受光量仍有一定的有利条件,因而在一定密度范围内对光合生产率的影响較小。拔节至孕穗、孕穗至抽穗二期仍以每亩30万株的光合生产率为最高。但是可以看出拔节期至孕穗期的光合生产率显著低于其他二期,这与这个期間內植株迅速伸长,叶面积驟增,因而造成严重的蔭蔽,植株下方光照条件变劣有关(表5),各处理間光合生产率的差异也較大。孕穗期至抽穗期各密度間光合生产率随密度增加而遞减的趋势十分明显,这个期間植株已基本上伸长完毕,頂部叶片展开,加以底部小分蘖死亡,相对說来光照条件也得到改善,因而各处理光合生产率的絕對值也大大提高。

(四)对成穗率及穗部发育的影响 在高肥力条件下,过密以后生育受到抑制的主要原因是光照营养条件不良,影响到有机物的制造和积累,从而又影响到植株的生长发育。普遍的情况是弱株弱蘖百分数随着密度的增加而遞增,成穗率低,密度至150万株以上时即大量死亡(达60%以上),成穗率显著降低。

表 7 不同密度条件下分蘖及成穗率的表现

基本苗数 (万株/亩)	每亩总分 蘖数(万)	每亩穗数 (万)	单株分蘖	单株穗数	成 穗 率 (%)	主穗率(%)
16	132	51	8.4	4.6	54.7	21.7
20	144	59	7.1	4.5	63.3	22.2
26	130	60	5.0	2.4	48.0	41.6
50	228	93	4.2	1.8	42.9	57.1
125	306	71	2.5	0.8	32.0	72.9

过密以后的另一种情况是穗子显著变小,大小不齐,不孕小穗率高,从下列资料即可看出:

表 8 不同密度与穗部性状的关系

密 度	穗别	穗别的%	穗 长 (厘米)	小穗数	不 孕 小穗数	不孕小 穗的 %	每穗粒数
每亩25万株, 60万穗	大	63.8	8.5	17.0	3.0	17.6	25.4
	中大	27.5	7.3	16.0	4.4	27.5	20.0
	中小	8.3	6.6	15.4	7.4	48.0	9.2
	小	0.4	3.8	10.0	8.0	80.0	2.0
	全样本 平均		8.0	16.56	3.77	22.8	22.43
每亩64万株, 102万穗	大	12.1	7.5	16.9	3.0	17.8	22.6
	中大	38.3	6.7	15.9	3.5	22.0	19.4
	中小	31.2	5.6	15.5	6.2	40.0	10.2
	小	18.5	4.4	14.1	8.7	61.7	3.6
	全样本 平均		6.1	15.56	5.24	33.7	13.99

表 9 不同密度条件下穗分化动态①

密 度 (万株/亩)	3月6日	3月13日	3月20日	3月27日	4月3日	4月10日	4月17日	4月24日
50	1'	2	3	4'	7	8	9	10
100	1'	2	3	3—4	5"	7	8	10
150	1'	2	3	3—4	5"	7	8	10
200	1'	2	3	3	5'	7	8	8
250	1'	2	3	3	5'	7	8	8
300	1'	1'	3	3	5'	7	8	8
400	1	1'	3	3	5	7	8	8
500	1	1'	3	3	4	7	7	8
600	1	1	1'	3	4	6	7	8

穗分化进程的观察资料指出,在不同密植条件下,穗生长锥

① 表中数字表示分化阶段: 1. 茎基原分化期; 2. 伸长期; 3. 单穗期; 4. 二穗期; 5. 小穗原分化期; 6. 护颖原分化期; 7. 小花分化期; 8. 雌雄蕊原基分化期; 9. 内外颖伸长、花药分化; 10. 穗器官向长度伸长。数字上加'或"表示该阶段的中期或后期。

开始分化早晚及分化进程的速度与穗部性状发育有关，在較高密度的情况下，莖节原分化期、伸长期及单穗期均晚于密度較稀者。但小花分化期及雌雄蕊原基分化期則趋于相近，因而在密度較小的情况下，从生长錐开始伸长至小穗原基分化期延續的时间較长，有利于小穗的分化，而在密度較大的情况下則反是，小穗分化时间縮短，这是造成小穗数目减少的主要原因。

三 密植播种方式問題

过去的研究証明，在中等肥力的条件下，有行距愈窄、增产效果愈大的趋势，它突出的表現在单位面积內穗数的提高。如前华北农业科学研究所1953年試驗結果，在相同密度的条件下，7.5厘米行距每平方米穗数为1,082个，15厘米行距者为915个，7.5厘米行距的每亩产量較15厘米行距者增产3%。1959年在肥力較高的条件下进行試驗的結果，表現了不同的情况，茲就現有資料列述如下：

表 10 春小麦不同行距的产量、穗数及其他性状的表現①

行 距 (厘米)	每亩产量 (斤)	产量%	每亩穗数 (万)	小穗数	不 孕 小穗数	每穗粒数	千粒重 (克)
15	773	100	42	16.5	4.0	21.6	37.2
7.5	694.0	89.9	40	16.9	4.7	20.9	35.5

从表中所列可以看出，7.5厘米行距的产量及每亩穗数均不及15厘米行距的高，穗部性状表現在不孕小穗数的增高、粒数减少和千粒重的降低，从田間观察可以看到7.5厘米行距的处理在苗期及拔节期即迟度封隴郁閉，通风透光差，引起較重倒伏，生长受到抑制，这是引起穗数少及穗子变劣的主要原因。拔节期光照測定及苗期至拔节期光合生产率的資料可以說明这个問題(表11)。

① 这个試驗是結合密度試驗进行的，表中 所列是每亩45、60、75、100万株4个密度处理的平均值。

表 11 不同行距植株下方光照强度及光合生产率

行 距(厘 米)	7.5	15
拔节始期光照强度(米烛光)①	298	900
拔节期光照强度(米烛光)②	132	405
苗期—拔节始期光合生产率(克/米 ² /日) (4月14日—4月29日)	4.1	4.9

不同密度与播种方式的反映也有所不同，采用15厘米行距亩播45, 60, 75, 100万粒时，其产量依次为每亩830斤, 819斤, 755斤, 668斤；采用7.5厘米行距时，产量依次为每亩821斤, 679斤, 680斤, 597斤。这就表明在密度較小的情况下，7.5厘米行距产量与15厘米行距尚差无几，但当密度增至每亩75万株以上时，产量即显著下降，反映了在較高肥力的条件下密度愈大，行間郁閉愈重，过窄的行距愈不能适应。

小麦分蘖整齐与否关系到穗子大小整齐度，这也是影响到密植增产的重要問題，1959年有不少密植田用条播机交叉播和套播，經調查这两种播种方式由于种子分布不均，影响到单株分蘖不整齐，現將調查15厘米条播机实行不同播种方式的分蘖情况图示如下：

从图 1 可以看出，15厘米窄行条播者(每亩基本苗为54万株)，单株分蘖比較集中而整齐，分蘖3—8个，单株平均为5.3个，交叉播(55万基本苗)和套种的(47万基本苗)单株平均分蘖分別为5.84和4.67个，分蘖数从1个至10个或11个均有，表現极不整齐。而且交叉播和套种的株間通风透光条件也差，中耕、施肥等管理不便，因而初步認為这两种播种方法尚不是合理密植的好方式。

① 4月30日在9时，11时，14时，16时四次測定平均，当时植株上方光照强度为89,000米烛光。

② 5月8日在9时，11时，14时，16时四次測定平均，当时植株上方光照强度为64,200米烛光，植株下方部位均在距地面5厘米处。

三 討論和小結

(一)过去試驗資料的介紹和分析 为了便于討論，有必要再回溯过去几年的試驗資料，茲将历年来在北京及部分农村基点有关水澆地冬小麦密植試驗的結果列述如下：

表 12 1952—1953年北京小麦播种样式与密度試驗(品种为1885)

播 种 样 式		7.5 厘米行距			15 厘米行距			48 厘米行距③		
密 度(万株)	計劃苗数	26	33	40	20	23	33	13	20	26
	实际苗数①	34	42	52	25	32	40	13	22	25
产 量(斤/亩)		553	545	523	536	524	519	508	499	513
单 株 分 蘖②		4.8/2	4/2.7	3.8/1.4	5.1/2.1	4.5/1.8	4/1.5	5.2/3.2	4.6/2.1	4.1/2
每 亩 穗 数(万)		69	74.7	75.8	53.8	59.8	62.2	42.3	46.2	50.2
每 穗 粒 重(克)		0.4	0.37	0.35	0.5	0.44	0.42	0.6	0.54	0.51

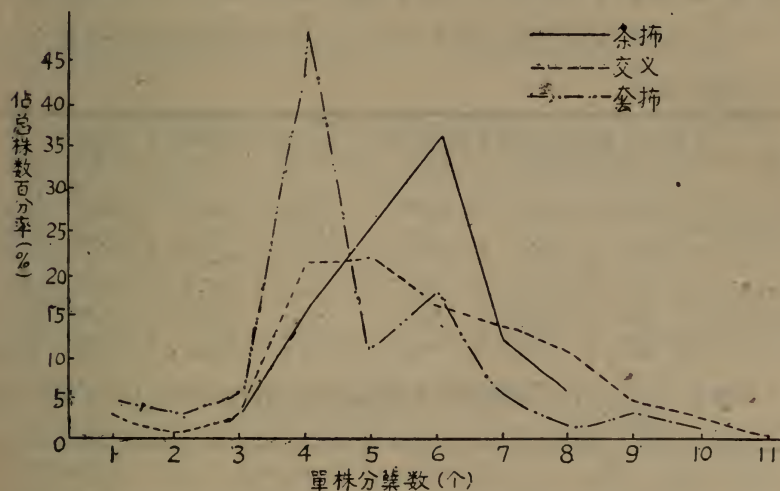


图 1 实行不同播种方式(用15厘米的条播机)的分蘖情况

① 7.5及1.5厘米行距系用馬拉播种机播种，因下籽量控制器未調节好，实际出苗数均大于計劃苗数。

② 4.8/2中的4.8为单株总分蘖数，2为有效分蘖数，包括主蘖或主穗，下均同。

③ 开沟撒种，播幅4寸。

表 13 1953—1954年北京小麦播种样式与密度試驗(品种为1885)

播 种 样 式	7.5 厘米行距				15 厘米行距				60厘米 行距
播种密度(万粒/亩)	20	26	36	40	20	26	83	40	20
产 量 (斤/亩)	304	305	281	275	319	310	265	271	195
单 株 分 蘖	10.8/3.4	8.9/2.8	7.6/2.4	7/2	8.8/2.9	6.8/2.4	6.7/1.9	5.4/1.6	4.9/2.0
每 亩 穗 数 (万)	67.2	72.9	79.2	79.2	58.4	61.4	63.8	64.5	39.6
每 穗 粒 重 (克)	0.83	0.21	0.18	0.17	0.27	0.25	0.21	0.21	0.25

注：本年冬小麦罹黑穎病严重，影响产量很大。

表 14 1953—1954 年河北藁城基点小麦播种样式与密度試驗(品种为石特14)

播 种 样 式	15 厘米行距			30厘米行距靠壟			30 厘米行距
播种密度(万粒/亩)	30	35	40	30	85	40	30
产 量 (斤/亩)	577	574	547	556	536	525	529
单 株 分 蘖	5.9/2.4	5.2/1.7	4.6/1.6	5.6/2	4.6/1.8	5.3/2	4.6/1.8
每 亩 穗 数 (万)	54.8	53.6	50.9	48.0	48.6	54.6	47.2

同年还在藁城县群众生产田中进行了两个密度对比試驗(品种为蚰子麦)：

地 点	播 种 量 (斤/亩)	实际苗数 (万株/亩)	每亩产量 (斤)	单株分蘖	每亩穗数 (万)	每穗粒重 (克)	注
藁城宜安村	16	19.3	398	6.1/2	42.8	0.64	9寸
	14	15.9	347	6.6/2.6	38.1	0.63	行距
藁城兴安村	15	22.6	371	4/1.8	43.1	0.66	9寸
	18	31.8	376	4/1.7	44.6	0.58	行距
	20	41.4	338	3.5/1.8	47.8	0.54	套播

表 15 1957—1958 年北京小麦播种期与密度試驗(品种为华北187, 行距20厘米)

播 种 期		9月24日				9月30日				10月6日			
密度(万株/亩)	计划苗数	26	29	32	35	26	29	32	35	26	29	32	35
	实际苗数	18.7	19.5	20.2	23.4	18.1	23.2	26.2	26.7	—	—	—	—
产 量 (斤/亩)		512	503	533	523	558	571	569	590	537	560	549	531
单 株 有 效 分 蘖		3.4	2.9	3.1	2.9	3.4	3.3	2.6	2.7	3.1	3.0	2.8	2.6
每 亩 穗 数 (万)		40.7	49.3	46.7	60.1	52.5	54.3	57.7	57.7	51.9	54.7	56.3	48.1
每 穗 粒 重 (克)		0.7	0.61	0.65	0.62	0.67	0.62	0.6	0.63	0.67	0.68	0.59	0.62

綜合以上資料，可以歸納以下幾點：第一，就播種方式來說，在播種量相同的條件下，縮小行距有顯著的增產效果，縮小行距能夠獲得增產的主要因素是在於單位面積內有效穗數的增多。第二，從播種密度來說，以每畝苗數在20—34萬株以內的產量為高，但不同播種方式其所適應的密度有所不同，從15厘米的行距看來，其適宜播種密度在20—30萬之間，7.5厘米行距的產量若就1953年的結果看，每畝實有苗數34萬株的較其他處理的產量為高，但1954年的資料，畝播33萬株的，其產量尚不及畝播20萬或26萬株的，由於1953年缺少低於34萬株的處理，因而尚難以作出定論。但從歷年試驗結果的產量分析，行距較窄時其適應的密度較大的趨勢，仍是十分明顯的。第三，隨著密度的增加，每畝穗數相應地增多，但當密度增至一定範圍時，穗數增多的幅度較小，另一方面的情況是每穗粒重隨著密度增加而降低的幅度較大，這是為什麼在一定範圍內增加播種量而獲得增產，而密度過大以後，穗數雖有增加，反而減產的關鍵所在。

(二)關於現階段小麥合理密度的討論 從歷年來試驗資料和1959年研究結果，肯定了密植可以增產，同時也表明了密植應該合理，“不能過稀，也不能過密”。至於合理密植的具體幅度問題，它涉及的条件很多，如地區不同、氣候的差異、土壤質地、肥力的高低、灌溉條件、耕作栽培水平、品種特性、播期早晚以及保證各項技術措施實現的農業經濟問題等，都與合理密植有關，離開或忽視了具體的客觀條件，就不可能使密植達到合理。當然，應該指出，除人力還不能改變的一些自然因素外，通過人們的主觀努力，其他各種客觀條件是可以不斷的改變或提高的。也就是說，即使在同一地區，隨著客觀條件的變化，合理密植的幅度也將相應的改變。本文所列舉的一些資料，大部分是在北京的具體條件下獲得的，從肥力條件說，1952—1958各年間試驗地施肥量均在每畝土糞(或堆肥)5,000—6,000斤，餅肥50—100斤，化肥20—30斤上下，土壤為粉砂粘壤土，歷年耕作層為16—18厘米，施行灌溉，每畝產量在500—600斤

之間,1958年的栽培水平大大提高,每亩产量达800斤上下(見表1),这两种施肥水平或产量指标,前者大致可以代表現有一般大面积丰产方,后者可以代表条件更好的高额丰产田。从历年的試驗資料看来,在以上的具体条件下,冬小麦每亩基本苗以在25—35万株,达到50—65万穗,是現阶段比較适宜的密植幅度。若按出土率80%計算,每亩需播20—30斤麦种(每斤按15,000粒計)。前面說过,密植的基本原則是在适当增加单位面积內株数,从而提高穗数,达到增产,但經驗証明,在一定密度范围內,穗数是可以随着密度的增加而大大提高,1959年北京有不少麦田每亩穗数高达80万、90万或100万以上,但产量并不是直綫上升,主要关键每穗粒重随着穗数的增加而遞减,每亩产量决定于二者的乘积,在一定穗数范围內,二者乘积是上升的,超过一定穗数,則乘积开始下降,二者乘积的轉折点,应该是合理密植的限度,从現阶段的栽培水平看来,这个轉折点究竟在那里呢?根据所获資料,每亩穗数超过70万穗以上,一方面是穗部性状显著变劣,一方面是倒伏威胁大,虽有增产潜力,但难以保証丰产的实现。农业科学院作物所几块良种繁殖田每亩在46—64万株基本苗的情况下,穗数高达80—100万,后期倒伏严重,产量为589—775斤,在相同栽培条件下,每亩15—27万基本苗的,穗数为51—67万,产量达771—1,021斤,除个别品种外,大部分品种未倒伏。关于如何达到預定的每亩穗数,这是目前在合理密植問題上爭論較多的問題,也即是以主穗为主呢,还是以分蘖穗为主?根据生产实践和試驗資料,我們認為根据不同栽培条件,不同品种,不同地区和产量水平等,对于这个問題应有不同的分析。在栽培水平較差的条件下(包括地力、施肥、灌溉、整地及管理技术等綜合因素),由于产量的水平也低,因而其所适应的播种密度及穗数也較低,但主穗率却往往占有較高的比重,原因是在这种栽培条件下,小麦的分蘖力較差,为了充分合理的利用地力,合理的依靠主穗,是爭取較多穗数,借以达到增产的有效环节。应该指出,我国現阶段广大麦田生产水平还低,提出依靠主穗,也就是通过增株增穗来达到增产

是极为重要的增产措施。随着栽培水平的提高,每亩适应的密度和穗数也逐步提高,小麦分蘖的特性也得到发展,因而分蘖穗也相应地增加,但在一定栽培条件下,主穗仍占有较大比重,当栽培水平达到更高阶段(特别是水肥充足)的情况下,小麦分蘖的特性可以得到充分的发展,且在高度水肥的情况下,光照营养和通风条件成了个体和群体正常发展的主要矛盾,密度的增加会加重这种矛盾,1959年的研究资料充分有力的说明了这个问题,为了合理地解决个体和群体的矛盾,以期达到一定穗数的目的,在高额丰产条件下,应该控制播种密度,在这种情况下,分蘖穗将占有优势地位。因此,我们认为播种量在一定栽培条件下可以随着地力增加而递增,但达到一定水平则可能趋向稳定或可适当降低。以上所述的不同栽培条件或生产力,究竟他们的分界线在那里,这正是需要进一步深入研究的问题。根据已有资料的初步分析,可以认为在亩产200—500斤以内的栽培条件,主穗在产量中将是构成的主要因素;亩产500—700斤的栽培条件,主穗和分蘖可能占有并重地位;700—800斤以上的高额丰产田,应该使分蘖穗占有较大的比重。从本文所引证历年密植试验材料,在亩产500—600斤的栽培条件下,适宜密度所获得的单株有效穗数多在2或2以上,1959年中国农业科学院作物育种栽培研究所良种繁殖田在较高肥力条件下,每亩基本苗15—27万的,单株穗数达2.2—5.1,其中产量最高的华北672,每亩20.2万基本苗,达到67万穗,亩产1,021斤。这些材料都说明了在水肥条件较好的条件下,每亩25—35万株,基本苗达到50—65万穗是完全可能的。此外,在确定合理密度的问题上我们还调查了两个情况:第一,关于群体中组成单株具有不同穗数的表现;第二,关于每亩总叶面积的问题。对于第一个问题,曾在24块麦田取样调查,根据密度的大小及肥水条件的高低,划分三种类型加以分析:

类	型	群体	一穗株	二穗株	三穗株	四穗株	五穗株	六穗株	七穗株
一、基本苗平均为23.2万株，单株分蘖平均为5.6个，单株穗平均为2.9个，肥水条件上等	每穗平均粒数	21.7	21.6	20.5	21.2	22.6	22.2	23.5	24.8
	各穗株占群体%	100	14.9	23.3	32.7	15.6	9.1	2.3	2.1
二、基本苗平均为53万株，单株分蘖平均为4.5个，单株穗平均为1.91个，肥水条件上等	每穗平均粒数	16.2	14.8	15.8	16.3	17.2			
	各穗株占群体%	100	35.5	42.4	18.2	3.9			
三、基本苗平均为56万株，单株分蘖平均为2.9个①，单株穗平均为1.33个，肥水条件中上	每穗平均粒数	17.3	17.0	17.9	16.9				
	各穗株占群体%	100	71.5	21.6	6.9				

从上表可以看出，随着密度的增加或肥力的降低，在群体组成中一穗株的比重相应增大，而在三种类型田中，一穗株的平均结实粒数均不及群体样本的平均。从植株生育情况看，单穗株也不及具有分蘖穗的植株为健壮。在第一类型田中，由于个体的营养面积较大，一穗株的平均粒数略低于群体的平均，较二穗株、三穗株高些，但不及四穗株以上的平均值，且其比重仅占14.9%，由此可见支配产量的主导者是具有较大比重的分蘖穗植株。第二类型田中一穗株的比重增至35.5%，但每穗粒数显著低于群体平均或二穗、三穗株平均。第三类型田中，一穗株比重增至71.5%，每穗粒数也低于群体和二穗株的平均，从第二、第三类型田中各穗株所占比重及每穗粒数看来，二穗株对产量起着重要的作用。这个资料尚缺乏粒重的分析，但从粒数和其他性状看来，初步认为在达到预定每

① 这个类型田是近成熟时在京郊群众田中取样调查，估计已有部分分蘖死亡，实际分蘖数可能要大一些。

亩适宜穗数的目标下，确定适当密度，并从栽培管理上争取提高二穗株或三穗株的比重，可能是较为理想的。

第二，关于每亩总叶面积的问题：合理密植借以增加每亩总叶面积，从而提高光合作用的产物，是农作物增产的基本条件之一。从1959年的资料看来，密度增大，总叶面积也相应增加，但是，超过一定密度范围时，由于总叶面积过大，株间荫蔽，植物细弱，倒伏严重，并且影响到光合作用的正常进行，光合生产率降低，以至减产。从农业科学院作物所冬小麦最高产量(1,021斤)的华北672资料分析，基本苗为20.2万株，当抽穗期叶面积系数达到6.2时，迄成熟时亦未倒伏。据测定春麦密度试验各期叶面积的资料，叶面积系数以孕穗期为最高，因而推测华北672的最大叶面积系数将比6.2为高，可能达到7—8之间，这个指标已大大突破了以往认为叶面积系数不大于4的极限。但在相同栽培条件下，每亩基本苗为48—64万株时，抽穗期叶面积系数达到8.1—9.7，倒伏严重造成减产。春小麦三联2号每亩45万株的，最高叶面积系数达到10.7，每亩产量822斤，与亩播30万株、最高叶面积系数为6.6亩产812斤的相差无几。但前者的倒伏情况重于后者。初步认为根据当前的栽培水平，小麦最高叶面积系数保持在8以内，可能较适宜。这个叶面积指标应该从播种适当的基本苗及适宜的肥水条件予以控制，并加强田间管理，确保丰产的实现。

(三)关于适宜的播种样式问题 根据历年试验资料，在亩产五、六百斤以内的栽培条件，缩小行距至7.5厘米，仍是有效的密植方式。据1959年在高度水肥的栽培条件下，由于行距过窄，引起早期的郁蔽，通风透光条件不好，倒伏严重，以至7.5厘米行距的表现不如1厘米行距，而且在丰产栽培要求下，行距过窄也不利于田间管理，因此初步认为：在高度肥水的丰产栽培条件下，应该保持适当的行距，或采用宽幅条播的方式较为适宜。

从中国科学院小麦丰产試驗田試談小麦合理 密植的生理基础和一些指标

中国科学院生物学部小麦丰产試驗研究小组

一 密植和产量的关系

在我們的冬麦試驗中沒有布置产量和密度的关系，可用的产量和密度关系見表 1。由于这些播种量开始就是很高，因此不便分析。不过可看出每亩播种量50斤或以下的产量比更密的高。

补救这个不足，我們进行了較細致的春麦密度試驗，結果列于表 2。

表 1 冬麦产量和播种量的关系

播 种 量 (斤/亩)	50	134	240	400
产 量 (斤/亩)	741.7	562.4	491.4	242.6

表 2 春麦产量和播种量的关系

播 种 量 (斤/亩)	20	30	40	50	60	70	80	90
产 量 (斤/亩)	476.0	554.9	631.2	557.0	503.6	557.0	518.0	568.8

播 种 量 (斤/亩)	100	125	150	175	200	250	500
产 量 (斤/亩)	577.2	561.4	564.4	497.7	487.4	436.8	412.6

表 2 說明从每亩20斤到40斤的播种量(春麦)，产量随密度上升，40斤到100斤內逐漸平定下来，100斤以上甚至下降。这些結果，和在郊区所作的一些調查(冬麦)，都說明表1中所举的冬麦的規律

是和其他农场的冬麦和春麦的规律是一致的，即是冬麦在50斤或50斤以下的播种量较为合适，更高则没有好处。在我们条件下冬麦播种量肯定每亩不宜超过50斤，可能是在20—40斤之间，这个数字只供参考。事实上，我们这个看法是和市农科院调查的结果一致的；在此重点试图分析合理密植的生理基础和一些指标。由于春麦的试验较为详细，用春麦结果的分析以补充冬麦数据的不足。

为什么总产量先随密度上升，后又平稳，甚至下降？也就是说，第一，为什么产量不随密度而无限上升？第二，这个不上升的因素何在？第三，为什么40斤的播种量（在我们条件下）达到较高产量？第四，在这个密度时植株有那些突出的生物学特性？第五，能否将这些特性具体化、数量化，从而有可能被我们掌握、利用？这是我们的一个极不成熟的尝试，提出请指正、讨论。

一株植物的干重，也就是它的产量，80—95%是来自从光合作用所形成的有机物质（如麦粒中的淀粉，麦秆中的纤维物质）。因此单纯从数量来说，产量的来源绝大部分是依靠植物所进行的光合

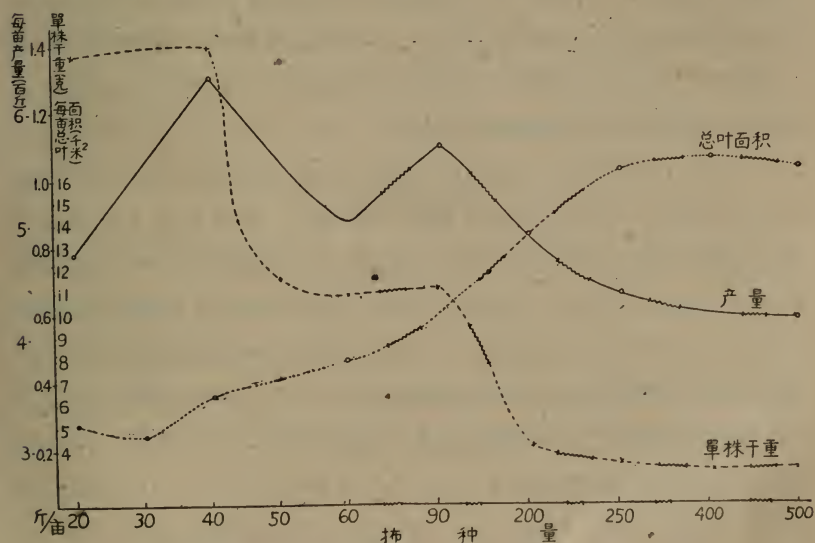


图1 播种量与每亩产量、每亩总叶面积和单株干重的关系(春小麦)

作用。光合作用是綠色植物利用太阳光的能量将二氧化碳和水制成碳水化合物，也就是干物重产量。这个过程是通过綠色部分进行的，大部分工作是由叶子进行的，綠色的莖稈和后期綠色的穗子也进行一部分工作。因此，密植的一个基本要求是在单位面积內尽量的使叶面积增多，使它进行更多的光合作用，以取得更高的产量，也就是說，增加能进行光合作用的工具以达到高产。当然株数愈多，叶面积也随之增加，但并不成正比。

在实际生产情况下，密植是增加了叶子面积。这一点可以由图 1 中所表示的事实看出。播种量愈高，单位叶面积也随之而升高。这么說来光合作用也应随密植而增高，产量也应随着直綫上升。在一定范围內事实是如此（见图 1 所示40斤播种量以下）。但是密到一定程度后植株与植株間，叶子与叶子間相互遮光，再去增加叶面积就沒有好处。不但如此，由于过度密植，植株的光合效率反随密度而降低。这一点可以从图 1 中在40斤的播种量以上，单株干重随密度的增加而显著下降这一事实看出。这里单株干重是用来作光合效率指标的。我們在冬麦試驗中具体測量了光合作用效率。每亩50斤的效率是 $3.23 \text{ 克/米}^2/\text{日}$ 。这个效率是和一般所得的結果一致的。但是在每亩240斤的密度时，降为 $2.11 \text{ 克/米}^2/\text{日}$ ，在每亩400斤时則更低，为 $1.36 \text{ 克/米}^2/\text{日}$ 。

从以上的討論可以看出，密度的增加对植株的光合作用起两个矛盾着的作用。密度增加，增加了叶面积，能有更多进行光合作用的結構，这是矛盾的一方面。另方面由于密度的增加叶子和植株的进行光合作用这个功能的效率降低。图 1 中的两个曲綫（叶面积和单株干重）的相反动态表示了矛盾的两个方面，同时图 1 中的产量曲綫的动态是由这两个矛盾所造成的。这个矛盾的統一表現在（在我們的情况下）40斤的播种量（范围）达到較高的产量。由于这个結果，我們看出在考虑单位面积产量和密度关系时，不能单从太阳能的吸收利用这方面出发，还另有一个主要方面那就是植物本身的生活活动規律。作物的产量是由这两个对立面的相互关系的

統一而達到的(當然還有其他方面如:氣象,土壤,微生物,水,肥等。這裡只談光合作用和植物本身的生長發育等活動)。下面,是着重從植物生理上提出一些極不成熟的討論。在分析時,我們是圍繞一個中心問題進行。這個中心論點是“合理結構”。

所謂“合理結構”,包括小麥植株的外部形態和內部解剖結構。同時不只將小麥植株看成為一個單獨的個體,而是將其作為群體結構中的一部分去考慮。由於我們是從田間密植所形成的產量這個角度出發,我們的以下一切分析的基礎是建立在群體結構和密植上的,一切的結論不能脫離這兩個基礎。在這個群體密植基礎上分析單株的結構的“合理”與“不合理”的標準是具體的,即從功能出發,也就是達到較高產量的結構是“合理”的,否則就不是“合理”的。在“結構”上也是有目的的,不是一般的。我們的要求是以能進行光合作用的結構為主的。因此這裡所牽涉的“合理結構”的範圍是:

第一,能進行較高的光合作用,造成較多的光合產物的總量。

第二,有了一定總量的光合產物,進一步要求產物的更經濟的分配,形成適當比例的营养器官(莖葉根等)和生殖器官(籽粒)。

第三,這些結構的動態。這裡考慮的不是某一個時期的、靜止的結構,而是結構的變更、發展和消長的过程,和其間的相互關係。

二 結果的分析

由於春麥的結果較詳細,因而用來作分析資料。分析結果可應用在冬麥。原則一樣,只具體數字稍不同。

先用較詳細的春麥的資料來說明。

和市農科院冬麥資料一樣,低播種量時,產量隨播種量的上升而上升,至每畝40斤時最高。40—100斤間平穩,以後下降。由表3a可看出:

第一,株數一直隨播種量增多。

第二,分蘗後期莖數隨播種量增多。

第三，拔节期莖数随播种量增多。

看来不易找出规律。只可能說第三項可分为120万莖左右(每亩20—40斤)；220万莖左右(50—150斤)；及300万以上(200斤以上)。但产量和这些数字似乎沒有太大相关。

第四，穗数：有一定相关，特别是每亩20—40斤。似成一定比例。所得結論：每亩40万穗产量最好。肯定每亩40斤的播种量达到高产。但这是播种量的最高限度。

但为什么产量不再随穗数上升？

为什么每亩40斤較好？实际上每亩50—60斤密度的穗数均是40万穗。

(一)从生長发育看合理結構 试图由生長发育分析，并数量化。建議一个比例：“稀疏系数”(改称“莖穗比”似更合适)。定义：(每亩) (a)株数；(b)分蘖期莖数；(c)拔节期莖数；(a)穗数。即 (a)

表 3a 密度与生長发育过程的关系(春麦)

項 目	播种量	20万/亩	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	500
株数 (万/亩)		21.6	33.0	46.2	51.6	59.4	67.2	75.0	96.0	99.6	14.07	219.0	277.8	605.4
分蘖后期莖数 (万/亩)		60.0	81.2	139.8	151.2	162.0	210.6	218.4	229.8	216.6	229.2	332.4	297.6	636.6
拔节期莖数 (万/亩)		100.2	120.6	127.8	203.4	205.2	220.2	235.2	238.8	223.2	235.2	343.2	301.2	601.8
穗数 (万/亩)		33.3	39.6	40.8	38.7	41.7	45.6	61.2	59.1	55.8	59.7	56.7	88.8	86.4
稀疏系数 (株数, 分蘖期莖数, 拔节期莖数, 有效穗数)		1:2.9 :4.7 :1.5	1:2.5 :3.7 :1.2	1:3.0 :2.8 :0.9	1:2.9 :3.9 :0.8	1:2.7 :3.5 :0.7	1:3.0 :3.3 :0.7	1:2.2 :3.0 :0.8	1:2.4 :2.5 :0.6	1:2.2 :2.2 :0.6	1:1.5 :1.6 :0.4	1:1.5 :1.6 :2.6	1:1.1 :1.1 :0.3	1:1.1 :1.0 :0.4
产量 (斤/亩)		476	554.9	631.2	557.0	503.6	557.0	518.0	588.8	577.2	564.4	487.4	436.8	412

(b):(c):(d)。

意义：第一，是对产量起主要影响的生长发育动态；第二，是分蘖率的一个指标；第三，是“稀疏”过程；第四，是“自动调节”的指标，第五，是动态的“合理密度”和“通风透光”的实际指标。

看每亩40斤，其比例为1:3:2.8:0.9(或实际上为1:3:3:1)。从实际出发，认为这是合理的生长发育(包括个体和群体间矛盾统一)因而达成形态上的合理结构，因此高产。

比较：每亩20斤时，则这个比例为1:2.9:4.7:1.5(或1:3:5:1.5)。低产原因在分蘖太多，尤其是后期分蘖。分蘖多，造成营养物质(有机和无机)太分散，单穗叶面积少了。具体数量表现在(a):(c)为1:5上，和(a):(d)=1.5。这里穗数并不少(33万)，但产量不高这是由于分蘖穗本身重量低。分蘖穗占总穗1/3，因而产量呈低。我们有数据说明在我们条件下分蘖穗轻于主茎穗。事实上也如此： $\frac{40.8}{33.3} \times 476$ 只有574斤而不是631斤。

反过来看，一般说，凡是稀疏比例和1:3:3:1相似的，特别是(a):(d)近乎1:1的产量约为550斤以上。而离此愈远，产量愈低。除每亩100斤和每亩150斤的结果不知为何不太符合外，可得此结论。如每亩250斤的，为1:1.1:1.1:0.3，产量为436.8斤。但每亩60

表 3 b 密度与生长发育过程的关系(冬麦)

项 目 \ 播种量(斤/亩)	50	240	400
株 数(万/亩)	47.9	358.0	509.0
冬前茎数(万/亩)	119.0	376.0	532.0
拔节初期茎数(万/亩)	178.6	399.3	522.0
拔节后期茎数(万/亩)	148.4	124.4	253.0
穗 数(万/亩)	76.2	80.4	109.4
稀疏系数(株数, 冬前期茎数, 拔节初期茎数, 拔节后期茎数, 穗数)	1:2.5 :3.7 :3.1 :1.6	1:1.1 :1.1 :0.4 :0.2	1:1.1 :1.0 :0.5 :0.2
产 量(斤/亩)	741.7	491.4	242.6

斤以上的密度均有倒伏，因此高密度的比例数字不完全正确。因此每亩100和150斤数字可能是調查誤差。但可肯定(a):(d)过小于1的及(a):(b):(c):(d) 近乎1:1:1:1 的均不好(即沒有分蘖的植株)。尽管具体数字不同重要之点是在“稀疏系数”两头小，中間大，表示生长过程中有一定数量的分蘖，而这些分蘖在抽穗后又消失了一部分，最后比例約为1个主穗有一个无效分蘖，或少一些，产量比全部生长过程中单有一个主莖沒有分蘖的要高。即是系数一直是維持在1:1:1:1的不好。

冬麦結果更明显(表3b)，在冬麦中此比例多一項，即(a) 株数(均以亩計)，(b)冬前莖数，(c)拔节初期莖数，(d)拔节后期莖数，(e)穗数。下面将这些比例作一个比較：

每亩50斤，产量为741.7斤。比例为：1 : 2.5 : 3.7 : 3.1 : 1.6。

每亩240斤，产量为491.4斤。比例为：1 : 1.1 : 1.1 : 0.4 : 0.2。

每亩400斤，产量为242.6斤，比例为：1 : 1.1 : 1.0 : 0.5 : 0.2。

可惜沒有播种量每亩50斤以下的数据，否則比例数可更确定，可能冬小麦(早洋)的稀疏系数可肯定。現在只可說大約是：1:3:4:3:1.5(市农科院調查中的“183”也是如此)。我們認為：(a):(e)也可能是 1:1，如市农科院报告中的資料“碧蚂1号”，而不一定是1:1.5。但無論如何与高密度者不同，比例显著。这个显著的差异可靠(因全部植株均因有搭架未倒下，不影响結果的分析)，实际上更好是在后期，注重在(c):(e)，(冬麦)即3.7:1.6=2.2:1。这和春麦中的(a):(d)=3:1相近。总之比例以两头小中間大者好，全部为1者和最后值小于1者不好。

我們以同样方法分析了市农科院的冬麦調查資料，得到以下結果(只有株数:莖数:穗数三項)。

稀疏系数意义何在？以冬麦言，冬前要一定的分蘖。但不能太多，以1—2个較好。冬后維持此数，或增加一个。但到抽穗时只有一半分蘖結穗較好。要有1—2个分蘖为一个主莖服务。当然因資料不全系数的具体数字可再修改，但原理是这样的。可能是1:2—

农大 183 (分蘖力强)			碧蚂 1 号 (分蘖力弱)		
播种量 (斤/亩)	稀疏系数	产量(斤/亩)	播种量 (斤/亩)	稀疏系数	产量(斤/亩)
15	1:3:2	637	12	1:5:2	659
20	1:3:1.8	759	25	1:3:1.1	722
✓ 40	1:3.7:1.5	✓ 769	✓ 37	1:3:1	878
48	1:1.3:0.97	598	45	1:2.5:1	721
			60	1:2.5:0.9	739

4:1.5左右更好。由春麦结果看来,似乎这个比例合理一些。

这个比例不但说明了稀疏动态,指出关系,并数量化,也说明群体与个体关系,个体间各部分(主茎、分蘖)关系,同时也说明一个问题:“产量靠主穗”或“靠分蘖穗”。回答是:冬前及拔节前要1—4个分蘖,冬后要维持下去,但在抽穗前一部分蘖应当死亡,为主穗服务(当然不排除少数有效分蘖穗的存在)。

理论基础:冬前要分蘖,第一,光合作用等;第二,分蘖多,次生根也多。所以:(a)增加地上地下的营养面积;(b)贮藏物质(在地下部中)多些;第三,生长点大(见另部分的资料)。根系不在乎长,而在于有较多的根尖。因吸水吸肥主要是根尖,特别是生长着的根尖,因接触面积增加。分蘖过多也不好,因上部株间挤,光线不足。下部根系太发达也不好,因光合物质被消费在下部。因此1—3分蘖或2—4分蘖较更多的分蘖好。

返青后,分蘖多(1—4个)增加叶面积,光合作用强,主要为了莖稈生长。光合产物多、物质多,莖稈生长粗壮;少,莖稈就细长。但物质虽多,如遮了光,弱光也造成莖稈的细长生长。因此不宜有过多分蘖,主要是希望在拔节后期抽穗前,一部分已进行光合作用的分蘖死亡,将产物运送到主茎(及穗)。分蘖不死,其中物质不运转,分蘖死后方运转,约25%的物质运转到主茎(水稻资料),因此主茎就多了这一部分的营养物质,促进主穗的增大。比留在分蘖中形成小的分蘖穗更为生效。但死得不能过早,更不能太迟,如在抽穗后,灌浆时。否则生效不够大。抽穗后穗中 $\frac{2}{3}$ — $\frac{5}{6}$ 干物重是由穗及旗

叶中来的。

以上是稀疏系数的意义和作用。在理論上也是个体为群体服务,和部分为整体服务的原則。这样也明确了产量靠誰的問題。

如何控制这个系数?有了数值指标及原理,就有了措施上的指标。但措施如何?首先承認这里的指标具体数字只能用于我們所使用的条件下。不一定是普遍規律,尤应說明,是在“密”的基础上談。如十分的稀(如每亩10斤以下的)則可能不适用,是另一問題,但也可照此分析。

在密植下如何达到这个指标?实际上农业能手已掌握了这些經驗,但我們只是将其指标具体化、数量化。当然措施是多种多样的,如土、水、肥的控制,品种的选择等。但一个重要的因素是在播种密度,在这里所用的密度下,由于植物本身的生活活动的能动性,靠一定的播种密度,指标是大致上可达到。当然仍要靠栽培措施去有意識地更好地使其达到。

实际上这个所謂“合理指标”是由实际中来的。即播种40斤的(以春麦言),达到了高产,就是通过这个比例而来的。冬麦每亩50斤的播种量也造成了小麦植株生长过程中达到这个指标。但是这些播种量都是最高限度。实际上,图1中产量随播种量上升曲綫的轉折点是由30斤开始的。因此合理播种量在我們情况下,应为每亩30—40斤。

当然,在这种范围内,人为的可以将指标向更理想的方面改进,如将冬麦的稀疏比例,通过不同播种方式(同一播种量)由1:2.5:3.7:3.1:1.6改为1:3:3:1.5,相信应是可行的。

这个播种量的理論基础何在?只作一个不成熟的猜测。在我們用的品种中,及我們条件下,春麦以每亩40斤,冬麦以每亩50斤(或更低)为較好。但如以重量計,則无法深入分析,尝试以粒/寸²及株/寸²(或寸²/粒,寸²/株)为单位計(平均),則可进一步分析。以株数言(实际上大約相当于粒数,看出苗率),冬麦以每亩50万株(或小一些),春麦以每亩45万株較好。即冬麦平均以1—2平方寸地

面上有一株，春麦也是1—2平方寸平均一株为较好(见表5a, b)。我们称粒/寸²(或寸²/粒)为(播种)密度，株/寸²(或寸²/株)为“单位地面营养面积”。

在这种密度下，个体和群体间的矛盾，植物与其环境间的矛盾达到统一，因而个体的生长发育的规律在这种面积及密度下的发展是趋向于合理的稀疏比例。这是“合理结构”的一个方面——个体作为群体结构的构成部分。一定的外因，寸²/株，通过植株的能动性(生长发育)达到一个合理的群体结构。

在这个群体基础上所达到的个体结构的生理功能表现如何？即，主要是：第一，进行光合作用的工具，叶面积是否最大？第二，其效率是否最高(见表4)。下面从光合产量关系进行分析。

(二)从光合产量考虑合理结构 表4 a, b 说明，春小麦单株干重在每亩40斤(即1—2寸²/株)的密度下最高，但叶面积及叶面积系数不是最高。说明在我们条件下叶面积系数为9—10时(即叶面积和土地面积比)最合适。

表4a 密度与光合产量关系(春麦)

播种量(斤/亩)	20	30	40	50	60	90	200	250	400	500
单株干重(克)	1.38	—	1.40	0.71	0.66	0.96	0.21	0.17	0.14	0.15
每亩叶面积(米 ²)	5,116	4,619	6,403	11016	2,016	10,374	13,556	16,365	16,835	16,368
叶面积系数 总叶面/地面积	7.61	6.92	9.59	16.50	12.01	12.01	20.3	24.5	25.2	24.5
穗系数 总的面积/总穗数	153	197	286	231	211	212	—	—	—	—
产量(斤/亩)	476	554.9	631.2	557	503.6	568.8	487.4	436.8	321	412

表4b 密度与光合产量关系(光合生产的一些指标)(冬麦)

播种量(斤/亩)	50	240	400
单株干重(克)	0.745	0.166	0.140
单株主茎干重(克)	0.238	0.160	0.138
光合效率 克/米 ² /日	3.234	2.112	1.362
产量(斤/亩)	741.7	491.4	242.6

实际上总叶面积(及叶面积系数)只能用于光合作用对产量的作用的一部分说明。原因:各叶及莖稈的光合产物主要(在活的时候)是供给本节的。当然每节及生长点的物质是影响穗重,并且在死去时,部分上运。但主要的是,抽穗后,穗重的 $\frac{2}{3}$ — $\frac{5}{6}$ 是由旗叶及穗的光合作用得来的。因此考虑叶面积和光合强度时更应当考虑以下两方面,我们建议下面两个指标。一个是作了,但另一个更重要,没有作,可惜。这两个指标是:“穗系数”(更好是称之为“单穗叶面积”)。即亩的总叶面积被总穗数除,叶面积厘米²/穗数。意义是:不是有多少穗,也不是有多少叶,而是有多少叶面积去供给一个穗。表4a中春麦(冬麦未作)明显指出每亩40斤播种量的单穗叶面积(286)比任何其他的均高。

这是从光合产量角度考虑合理结构的一方面:最大的单穗营养面积。很可惜我们没有旗叶及穗的光合面积,我们建议使用这个指标,叫它“灌浆期光合面积”。这应对产量更说明问题。希望1960年作。这说明“合理结构”要与功能和时期考虑,分别分析。

表 5a 密度、光合生产效率及产物分配

播种量 (斤/亩)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	175	200	250	500	150
粒/寸 ²	0.38	0.71	0.95	1.19	1.43	1.66	1.9	2.14	2.30	—	—	4.76	5.95	11.9	3.57
株/寸 ²	0.36	0.55	0.77	0.86	0.99	1.12	1.25	1.6	1.66	—	—	2.59	4.6	10.1	1.74
单株干重 (克)	1.38	—	1.4	0.71	0.66	0.57	0.39	0.69	0.46	0.43	0.18	0.21	0.17	0.15	0.26
冠/根 (拔节期)	7.59	—	4.93	—	—	—	—	—	6.11	—	—	—	—	6.45	—
冠/根 (乳熟期)	35.1	—	21.8	—	—	—	—	—	24.4	—	—	—	—	25.5	—
经济产量	27.1	28.6	27.7	31.4	23.8	24.4	21.1	28.1	18.1	17.4	17.5	15.8	19.1	16.9	23.2
生物产量 穗数	153	197	286	231	211	—	—	212	—	—	—	—	—	—	—

(三)从光合产物的分配考虑合理结构 表5a是从另一角度考虑“合理结构”,即从光合产物在植株各部间的分配上考虑。一定量的光合产物(单株干重)对产量(穗稈)的影响,可以因以下各种分

表 5b 冬春麦密度、光合生产效率及产物分配

播 种 量 (斤/亩)	50	134	240	400
粒/寸 ²	1.16	3.33	5	8.33
株/寸 ²	0.8	4.3	6	8.5
单 株 干 重 (克)	0.745	0.209	0.166	0.14
返 青	2.3	—	3.8	4.9
冠/根 (灌 浆)	60	—	25.4	38.6
經濟产量/生物产量	26.2	21.7	24.23	18.74

配不同而有差异。这可以从：(1)地上部和地下部比例；而在地上部中又可从(2)营养体与繁殖体比例(用經濟产量和生物产量代表)和从(3)单穗叶面积比来分析。(1)用冠/根比作指标。一定的根重是必要的，保証水及矿質的供应。否則光合作用的量和質受影响。但也不宜过多，否則减少上部干重，較多物質浪費在根中，因此冠根比太大不好，太小也不好。表5a中春麦，每亩40斤时冠根比最低(4.93)，应为最合理。表中另一套冠根比数据是在乳熟期作的。此时的冠根比意义不大因太晚无作用，但也可看出类似規律。冬麦的冠根比以返青时为准也是低的好(2.3)。灌浆期的数据不起作用。(2)經濟产量/生物产量比似乎不說明多少問題。(3)单穗叶面积(穗系数)在春麦中很明显說明是高产原因之一。

以上說明合理結構的一个方面：植株各部位間光合产物的分配。

(四)从形态解剖考虑合理結構 下面，表6a, b从植株的形态解剖看合理結構，即不止是外部形态，并且由植株內部組織結構看合理結構。出发点是将植株器官看作合理的支架和运输工具，在群体中更合理的进行光合作用，和进行物質的运输(包括光合作用产物和水，矿質的上下运输)。

这里在理論上包括个体与群体的关系(如个体的倒伏及粗壮等构成群体結構的合理与不合理)。在栽培上的問題是倒伏与徒长。关于这点已有作物栽培学上的指标，不重复。試图加下列指标。

表 6a 不同密度下, 植株支架和运输能力的变化

播 种 量 (斤/亩)	20	40	60	90	100	150	250	500
主茎高(米)/主茎重(克)	0.8	1.2	1.1	1.1	—	1.2	2.4	2.6
株 高(米)/单穗重(克)	1.3	1.5	1.7	1.8	—	2.2	4.1	4.6
株 高(米)/茎粗(厘米)	3.2	3.8	4.1	—	4.3	—	6.1	5.5
第 一 节 間长/第一 节 間 粗(厘米)/(厘米)	21	26	31	—	—	—	61	74
节 間 长 度 比	1:1.8 :2.6 :3.6 :4.4	1:1.7 :2 :1.4 :3.1	1:1.6 :2.2 :2.4 :3.4				1:1.1 :1 :2.1 :2.8	
茎 粗(厘米)	0.32	0.28	0.24		0.21		0.14	0.14
稈 壁 厚 度(毫米)	0.87	0.74	0.66		0.50		0.36	0.33
皮 層 內 的 維 管 束 数	20.9	21.7	20.2		19.0		11.1	11.2
中 柱 內 的 維 管 束 数	41.7	4.5	40.1		37.7		26.1	21.0
导 管 口 径(微米)	183	171	171		157		111	129
每一維管束內的篩管数	6.5	6.5	6.2		5.4		4.6	4.9
机 械 組 織 发 育 程 度	++++	++++	++++		+++		++	+

表 6b 不同密度下, 植株支架和运输能力的变化(品种: 冬小麦早洋麦)

播 种 量 (斤/亩)	50	200	400
株高/单穗籽粒重(米/克)	3.2	2.8	6.3
株 高 / 茎 粗 (米/厘米)	4.4	5.4	4.9
第一节間长(厘米)/第一节間粗(厘米)	5.0	4.5	3.8
茎 粗 (厘米)	0.26	0.20	0.18
稈 壁 厚 度	29.6	20.6	16.5
皮 層 內 的 維 管 束 数	12.5	14.9	7.2
中 柱 內 的 維 管 束 数	27.6	25.7	18.7
导 管 口 径	9.9	8.8	7.5
机 械 組 織 发 育 程 度	++++	+++	+

株高(米)/单穗重(克)——“負荷”率。愈大当然不易倒, 但穗小了, 不合理。比例太小, 易倒, 也不好。似乎在3.5左右較好。

主茎高(米)/主茎重(克)——粗壯指标。似乎1.0以下較好。

以上的指标不重要, 最好仍用农学上原有指标。但下面是由我們的一些具体工作作出的指标是很明显。

1. 节間长度比, 試驗結果指出在較稀的, 高产的植株中, 其节

长順序是：第一节<第二节<第三节<第四节<第五节；而产量不高的过密情况下則相反，至少在1—3节是如此。这是形成徒长的一个主要原因。理由：密植下光弱，器官生长的长，伸长生长多于分裂生长及物質积累。稀植多光下，物質多，由于光破坏了生长素，伸长慢，因而粗。

同时，强光增加了上面几节的光合物質，因此在較稀植时节长，反之密植下，光合产物不足，上面几节愈短。

各节被叶鞘包围层数不同，透光不一样。下节层数少，上节多。因此第一节的差异，稀密植株間大，愈上，差异愈不显著。

2. 稀植者，莖粗，維管束多，导管口径大，篩管数多。稀植的莖稈皮层內圈有发达的木質化厚壁細胞。密植者不发达或几乎沒有。

以上說明徒长原因及倒伏的防止可能方法。同时說明莖稈內部組織在运输及传导的作用。

这是“合理結構”的另一个方面。

这些数据指明在春麦中以每亩20—40斤播种密度不生育的植株的結構較为合理。

以上各节說明密度如何影响群体中个体的結構，因之，影响了光合作用的强度。如何又影响了个体中各部間的內部結構。这些結構又如何回轉去影响光合作用的进行和物質的运输和分配，因而最后影响了产量。

合理結構应从植株內外部形态考虑，从群体及个体考虑。从个体各部考虑，及从植株內部解剖考虑。互相有关連。生育时期不同，指标不同。应有发展的概念，动态的概念。同时要从功能考虑結構，以产量衡量合理与不合理。

高产是指标制訂标准，也是指标的考驗。当然一切指标制訂与考驗是要建立在具体耕作条件上的。同时不能限于某一个产量，而应着重考虑产量范围。要結合播种密度与产量关系的消长曲綫(图1)考虑。不能用最高限度(如40斤播种量)而应着重“临界”范围，即图1中的曲綫的轉折点所包括的范围(如每亩30—40斤的播种

量)。

三 討 論

这篇初步报告只能看作一个极不成熟的一些想法，作为一个討論的出发点。文中的看法不一定对。一些指标的数字只作为討論参考的例子，不能作为指标的实际数值。这些数字要经过验证并用更多的資料去验证和修改。

实际上这些看法的实质是已被农业先进工作者所掌握。我們不过由一些植物学观点叙述一次，数据化。即使如此，有的指标不一定准确，尚請討論。

表 7a 冬 麥

播 种 量 (斤/亩)	50	240	400
播种粒数 / 寸 ² 地 面积	1.16	5	8.33
株 数 / 寸 ² 地 面积	0.8	6	8.5
单 株 干 重 (克)	0.745	0.166	0.140
光 合 效 率	3.234	2.112	1.362
稀 疏 比 例	1:2.5	1:1.1	1:1.1
	:3.7	:1.1	:1.0
	:3.1	:0.4	:0.5
	:1.6	:0.2	:0.2
灌 浆 系 数	—	—	—
主 穗 数 / 分 蘖 穗 数	—	—	—
主 穗 重 / 分 蘖 穗 重	—	—	—
冠/根	2.3	3.8	4.9
經 济 产 量 / 生 物 产 量	26.2	24.23	18.74
株高(米) / 单穗籽粒重(克)	3.2	2.8	6.3
株 高(米) / 茎 粗 (厘 米)	4.4	5.4	4.949
茎 粗 (厘 米)	0.26	0.20	0.18
稈 壁 厚 度(显微鏡刻度)	29.6	20.6	16.5
第一节間长(厘米) / 第一节間粗(厘米)	5.0	4.5	3.8
导 管 口 径(微米)	9.9	8.8	7.5
皮 層 內 的 維 管 束 数	12.5	14.9	7.2
中 柱 內 的 維 管 束 数	27.6	25.7	18.7
机 械 組 織 发 育 程 度	++++	+++	+

表 7b 春 麦

播 种 量 (斤/亩)	20	40	60	250
播种粒数 / 寸 ² 地面积	0.48	0.95	1.43	5.95
株 数 / 寸 ² 地面积	0.36	0.77	0.99	4.6
单 株 干 重 (克)	1.38	1.40	0.66	0.17
每 亩 总 叶 面 积 (米 ²)	5,116	6,403	8,016	16,365
叶 面 积 系 数	7.61	9.59	12.01	24.5
稀 疏 比 例	1:2.9	1:3.0	1:2.7	1:1.1
	:4.7	:2.8	:3.5	:1.1
	:1.5	:0.9	:0.7	:0.3
主 茎 高 (米) / 主茎重 (克)	0.8	1.2	1.1	2.4
株 高 (米) / 茎粗 (厘米)	3.2	3.8	4.1	6.1
株 高 (米) / 单穗重 (克)	1.3	1.5	1.7	4.1
第一节間长 (厘米) / 第一节間粗 (厘米)	21	26	31	61
节 长 比 1:2:3:4:5	1:1.8	1:1.7	1:1.6	1:1.1
	:2.6	:2	:2.2	:1.1
	:3.6	:1.4	:2.6	:2.1
	:4.4	:3.6	:3.4	:2.8
茎 粗 (厘米)	0.32	0.28	0.24	0.14
稈 壁 厚 度 (毫米)	0.87	0.74	0.66	0.36
皮層內的維管束数	20.9	21.7	20.2	11.1
中柱內的維管束数	41.7	45	40.1	26.1
导 管 口 径 (微米)	183	171	171	111
每一維管束內的篩管数	6.6	6.5	6.2	4.6
机械組織发育程度	+++++	+++++	+++++	++
主茎穗数 / 分蘖穗数	1.4	6.5	9.1	—
主茎穗重 / 分蘖穗重	1.4	6.5	9.1	—
冠/根	7.59	4.93	24.4	—
經 济 产 量 / 生 物 产 量	27.15	27.7	23.8	19.1

暫提出表7a, b中指标数字作为討論例子, 着重在:

(一)播种密度 春、冬小麦(看品种)暫定每亩40斤这肯定是上极限, 实际上每亩30—40斤, 更是合理范围。但也要看1斤所含粒数, 以1—2寸²/粒为准, 及出芽率达到下面各項所述的标准。

(二)株密度 (营养面积) 1—2寸²/株, 即每亩20—40万株及40—60万株数。

(三)稀疏系数 春麦: 1:3:3:1; 冬麦: 1:3:3:1.5。

冬麦因生长季长,莖穗比在 1:1.5 可能更好(系数应用条件是每亩 20—40 万株及 40—60 万穗)。

(四)叶面积系数 春麦 9—10,冬麦缺。

(五)單穗叶面积 春麦 286,冬麦缺。

(六)冠/根比 春麦 5,冬麦 2—3。用拔节时冠/根比。

(七)灌浆光合面积,缺。

暂时只限北京、今年、我們的土、肥、水、种、管条件下。措施:以上要求可通过 1—2 寸²/株密度达到。但建議:

(一)播种采用条播,以不同方式进行。

(二)采取措施使冬前分蘖多,成 1:3 的株/莖比。

(三)拔节前短期照紫外光或其他光(在地面上,节的生长部分)。時間每天 10 分鐘左右(强度、光質、時間要实验),以及其他措施以防徒长,防倒伏。

(四)采用豎叶形品种。

(五)抽穗后晴天,中午前后在穗部施二氧化碳。

四 存在問題

(一)在各地区,各品种,各土肥水管条件下考驗指标:第一,冬春麦是否一致?第二,在水稻上可用否?

(二)旗叶和穗的光合面积指标。

(三)播种方式(質前)。

(四)不同光質光量及地位的照射对莖节在生长的影响(見前突长問題)。

(五)理論上的一个重要問題 麦株各部光合产物在不同时期对其他各部的運轉及供給的动态。

从生态、形态方面看小麦的合理密植

北京大学生物学系植物生理教研室小麦田工作组

在1958年大跃进形势的鼓舞下，为了更好地向农民同志学习丰富的生产经验，特别是贯彻“八字宪法”的经验，在党与行政的领导和支持下，我们种了一块小麦试验田。在生产的过程中，得到了四季青公社玉泉站和海淀公社社员同志的大力协助和指导，特此表示感谢。

我们种的3亩多小麦，播种量都偏高，最少的1亩播了50斤，最多的达300斤；深翻1尺至5尺；基肥最少的是1万斤大粪，最多的达70万斤（40万斤河泥，7万5千斤廐肥，1万斤豆饼，加上垃圾、草皮土等共70万斤）。

在观察方面也不够系统和全面，只在小麦拔节以后，对不同密植程度下的生态、形态变化状况作了四次测定。现在，把看到的一些初步结果向大家彙报一下，供参考。

密植造成了特殊的生态环境，在这方面我们共测了：光量光质，温度湿度，土壤和空气中二氧化碳含量，此外，我们还测了光合作用的强度（方法见附录）。

一 光量光质

我们对不同密度的麦田在拔节以后的受光状况作了几次测定，现将不同密度下的群落下层的光强度测得结果列表于下：

这些结果用坐标法来表示，如图1。

从表1或图1可以看出，密植了以后，单位面积上植株数目增多，叶面积增大，这就必然要影响中下层叶子的光状况，过分密植

表 1 不同密度下的群落下層光强度(米燭光)

(1959年4月15日測)

時間 \ 密度(斤/亩)	75	100	150
6:00	1,300	450	16
9:00	4,000	2,350	75
12:00	5,800	3,200	250
15:00	3,750	2,700	150
18:00	83	55	43

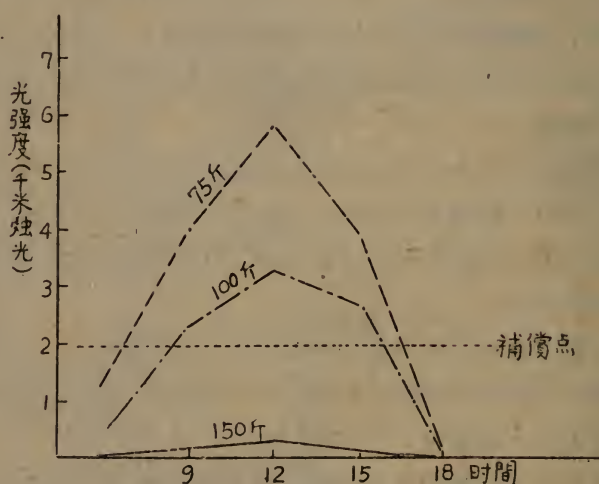


图 1 不同密度群落下層光强度日进程

使下层的光状况变得很坏，我們看到每亩播种量为75斤和100斤的麦田，除早晨6点和晚上6点外，其余的时间都还在2,000米燭光之上，也就是在小麦的补偿点之上(馬克西莫夫)。而每亩播种量为150斤由于太密了，下层整天都处在补偿点之下，这样，对于光合作用和机械組織的发育都是不利的。当我们談到光合作用强度和器官发育时，我们将会看到由于这种严重遮蔭产生的后果。

对于光質因仪器缺少只測了每亩播种量150斤麦田里上下层

的各色光，这里只講两种光——紅光与藍光的变化(見表2)。

显然，由于密植經過一层叶子的吸收，紅光大部分都被吸收去了，因此，过度密植后下层的光按其光譜成分來說是藍光多于紅光。植株过早郁閉造成这种藍光多于紅光的阴生环境，对光合作用产物有很大影响，而且使机械組織不发达，容易发生早期倒伏。

表2 上、下層紅光和藍光日变化①

	时 間	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00
上層强度 (10万欧姆)	藍 光	3.90	3.00	2.60	3.03	—
	紅 光	5.10	2.80	1.60	2.93	—
下層强度 (同上)	藍 光	3.90	1.26	0.96	2.88	—
	紅 光	2.10	0.96	0.21	2.39	—
吸 收	藍 光	0%	58%	63%	14%	—
	紅 光	58%	64%	86%	17%	—

二 温度与湿度

密植下群落内部温度变化如下(每亩播种量75斤,1959年4月1—15日測):

表3 群落内外温度日变化

时 間	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00
群 落 外	9.2	11.2	17	20	11.2
群 落 內	9.5	11.0	13.8	15	11.0

从表3可以看出,12小时除早晨外,其余時間都是群落内的温度低于群落外的温度,早晨6点群落内要比群落外高0.3度,这是由于郁閉了以后散热比較困难所致,而且愈密散热愈困难,因此夜間温度也就愈高(早晨測每亩播种量100斤的麦田比外界高1度),如果整个夜晚都保持着这种較高的温度,显然会加强呼吸作用,消耗不少的养料,从这一点看,过密也是不合适的。

① 栏内数字是黑暗下的电阻日光照时电阻之差。

湿度的情形如下：

表 4 群落内外湿度日变化

时 間	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00
大 气	63	12	10	9	15
群 落 上	79	29	17	14	16
群 落 內	98	32	25	18	19

如果不是太密，而是密植得合理，能讓群落下层的光强度不至于在补偿点以下，合理密植形成比较高的湿度和較低的温度。我們还看到，由于存在有較高的湿度，中午下层叶的气孔大多也是张开的。所有这些，都为群落的光合作用創造了良好的条件。

三 空气和土壤中二氧化碳含量

在深翻、施大量有机肥料的情况下，对土壤內和群落內的二氧化碳含量我們作了几次測定，不論在什么样的密度下，也不論在施肥量有多大的土地上，每次測定总是看到土壤內二氧化碳含量最高，其次是土壤的表层，再次是群落內。不同密植群落內的二氧化碳含量沒有看到有什么不同，这可能是因为在我们們的試驗田里，由于有机肥料比較足，土壤呼吸比較强，释放二氧化碳量都比較高的緣故。土壤內含有大量的二氧化碳特别是施了大量有机肥料的，更为明显(表5)。

表 5 施肥量对土壤二氧化碳含量的影响(1959年5月1日測)

处 理	二氧化碳含量(毫克/升)	%
1	4.89	100
2	5.94	121
3	16.30	333

1—对照(未施肥)；2—1万斤人粪；3—40万斤河泥、7万5千斤廐肥，1万斤豆餅加垃圾，草皮土等共70万斤。

从上表我們看到，大量施肥的土壤，二氧化碳含量比对照的要

高出三倍多。

深翻肥足的与浅翻(相对的)肥少的土壤, 不同层次中二氧化碳的含量不同(见表6)。

表 6 不同深度二氧化碳含量(毫克/升)

深 度	20厘米	60厘米	100厘米
深翻5尺, 施70万斤肥	8.24	38.60	57.60
深翻5尺, 施1万斤肥	8.35	9.40	8.73

灌溉或雨后, 土壤二氧化碳含量有显著增加, 我們在深翻5尺、施肥70万斤的麦田, 在1959年4月29日灌了水, 5月1日测时看到二氧化碳增加至19.82毫克, 比沒有灌溉的增加21%。

看来, 合理施肥不仅供应了植物氮、磷、鉀和其他微量元素, 灌溉也不仅供給了植物水分, 这两項措施还可以增加土壤內二氧化碳含量。早在1924年, 罗登高尔达就認為植物生长所需的二氧化碳有 $\frac{1}{3}$, 是来自土壤, 根据苏联土壤学家馬卡洛夫的試驗, 形成农业植物收获物所需的二氧化碳有40—70%可以来自土壤。土壤呼吸可以作为密植情况下所需二氧化碳的一部分来源, 值得今后进一步研究。

此外, 我們对不同密植的上下层叶子的光合作用强度也做了測定, 我們把一天分成5段測量, 測得的結果为我們提供了一些值得注意的材料(以1959年4月15日所测为例)。

表 7 不同密植上、下層叶有机碳純积累(毫克/分米²)

密 植 程 度		6—9时	9—12时	12—15时	15—18时	12小时内	全日比較
75 (斤/亩)	上層	6.2	-2.1	33.1	-35.1	2.1	下>上
	下層	-18.5	13.5	10.5	3.2	8.7	
100 (斤/亩)	上層	-8.1	16.9	30.1	-27.7	11.2	上>下
	下層	29.7	-19.3	-7.7	6.6	9.3	
150 (斤/亩)	上層	0	26.5	17.2	-26.4	17.6	上>下
	下層	-47.0	32.5	-6.5	-16.2	-37.2	

从上表可以看出：

(一)密度比較稀一些的，拔节后不久(还没有出現旗叶)，下层叶的物質純积累比上层叶大，我們共測了三次(4月5日、4月15日、4月22日)，三次的結果都类似，这很可能与我們前面所說的光、温度、湿度等条件有关。太阳光經過一层疏松的叶子以后，投到下层叶面上的是漫射光，加上較湿润的环境，对光合作用很是有利。此外，温度不是太高，呼吸也不会太强，这些都促进了干物質的积累。

(二)每亩播种量100斤和150斤因为过密，郁閉得厉害，下面光綫太弱，又因为散热比較困难，呼吸加强，因此下层叶的物質积累一般都比上层叶少，特别是每亩播种量150斤的竟成了負值。

表 8 不同密度的上、下層叶呼吸和外运

密 度	叶 子 部 位	呼吸和外运 (毫克干重/分米 ² /日)
100 (斤/亩)	上 層	10.0
	下 層	22.2
150 (斤/亩)	上 層	18.0
	下 層	32.7

所以說，从我們以上所得到的材料看来，都說明了密植是件好事，然而不能过密，否則会“物极必反”，應該肯定密植，但要合理。

談到上、下层叶的光合作用强度，积累物質的能力，我們想把我們在旗叶方面所做的一点工作也介紹一下，看一看旗叶对穗子干物質积累到底起多大作用，我們做的数量很小，只20穗(这20穗都是主穗，植株等，同时开花)，所以得到的結果仅供参考。

等植株开花以后，实验分作四个处理，每次处理5株。

1. 除旗叶(保留叶鞘，下同)。
2. 留旗叶而除旗叶以下的叶子。
3. 把主穗上所有叶子全部除去。
4. 不除任何叶子以作对照。

收获时各处理所得結果如下(表9):

表9 除叶与穗重的关系

处 理	穗 重(克)	千 粒 重(克)
除 旗 叶	1.31	36.2
除 下 層 叶	1.31	36.0
全 除	1.05	24.3
对 照	1.50	37.0

从所得結果可以看出:第一,旗叶在积累物質方面的确作用很大,一片旗叶对增加穗子重量來說,所起作用几乎与下面4片叶子相等;第二,下层叶虽然没有旗叶作用大,但还是为穗子积累了物質;第三,叶鞘和其他綠色部分作用也不能被忽視。

除测定生态因子的变化外,我們还作了一些形态解剖方面的观察,看到了过度密植植株生长发育不良的后果。

(一)莖的形态結構 1959年4月5日我們試驗田的小麦发生了倒伏,以碧蚂1号(每亩播种量200斤)倒伏得最为严重,除边缘的植株外,全部倒伏了,在刚开始拔节时就发生倒伏現象,在以前是很少見的。我們观察到倒伏的植株节間长而細小,机械組織很不发达,相反的,边缘沒有倒伏的小麦,莖稈粗壯,机械組織发达,前者切片加間三苯三酚处理,除維管束外围細胞呈紅色反应外,其余細胞都是薄壁細胞而不发生紅色反应。后者莖的四周細胞壁厚而且都因木質化而呈紅色。

发生倒伏后,我們采取了不少措施,以改变群落下层的光照状况,先是剪去一部分叶子,后来看还是不行,就拔去了一部分苗,把撒播改为条播,还噴了几次鉀肥与松树汁,经过一周的时间,倒伏的植株逐漸的挺立起来了,有趣的是再作切片观察时,看見机械組織已有了不同程度的增强,原先除了維管束全是薄壁組織的莖,現在也出現了厚壁而木質化的細胞,而且靠近維管束外边的几层細胞轉变得特別明显,由于外界的作用促使机械組織重新发达起来,植株因而得以直立。这里到底是那一項措施起了主要作用我們还

不得而知，但是在阴蔽的条件下生长的植物机械组织不发达已是规律。每亩播种量50斤的条播，阳光能射到植株的基部，因此倒伏现象就比较少。所以，我们认为，在播种的方式上，不能绝对均匀，大片满天星的撒播应该有一定行距，做到“密中有稀，稀中有密。”

(二)穗发育情况 收获时看到，不同密度的田里，穗上的小穗数有显著的差异，每亩播种量50斤条播的穗子长得最大，小穗一般有18个左右，而每亩播种量200斤撒播的，一般只有12个左右；这与我们在早期进行生长锥解剖观察所预料的相符。拔节以后不久，我们就观察到每亩播种量50斤条播的生长锥肥厚，小穗原基数目多，分化得也快，每亩播种量200斤的则瘦小，小穗原基少，分化得慢，最后是每亩播种量50斤的比200斤的先开花一个星期。

密植只要不让植株下部过分遮蔽，再加上各项综合措施，是可以大大增产的，但过密了得到的是相反的结果。从我们试验田的产量计算也可以说明这一道理：每亩播种量50斤条播亩产800斤；每亩播种量75斤撒播的400斤；每亩播种量100斤撒播的372斤；每亩播种量200斤撒播的280斤。

附 录

本文所述各项资料的观测方法

一 光强度

使用仪器：0—10万勒克司范围内的照度计。

测定方法：每7—10天一次，测定群落内外光强度的日进程(6时、9时、13时、15时、18时)。在选择样地上，测定群落外日光总强度，群落的反射强度及群落内(植物高度 $1/2$ 处)辐射强度。

二 光质

使用仪器：光敏电阻及滤色片。

測定方法：1. 用光电比色計上标有某一波长的滤光片放在光敏电阻上，用光点反射检流計测量由光变化所引起的电流变化值（或电阻变化值）。从光强度与电阻变化值（或电流变化值）二者間的标准曲綫测得該波长光譜的强度。

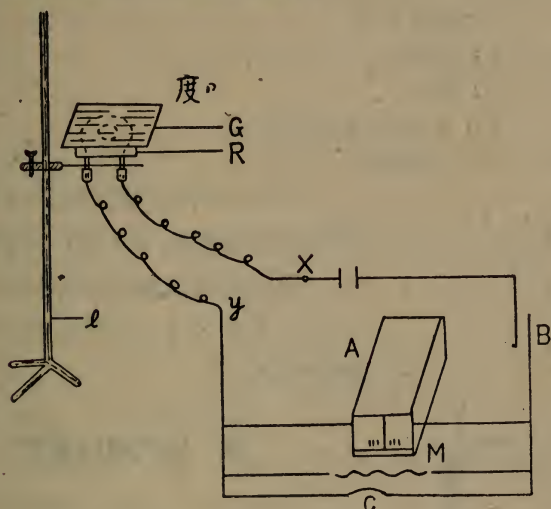


图2 光质测定装置

- A. 光点反射微量检流計。
- M. 为防止进入A之电流过大而并联的已知电阻箱，根据并联电路的欧姆定律，可以求出总的电流变化值，按标准曲綫求出光强度。
- C. 电鍵，按下时构成迴路，可以随时固定检流計上的指針，便于观察。
- E. 为电压已知的干电池或蓄电池。
- XH. 按上102型惠斯登电桥就可以测定光敏电阻的电阻变化值。
- G. 滤色片。
- R. 光敏电阻。
- L. 鉄立架。

2. 不加滤色片可以测得群落上层或下层的全色光量。

三 土壤和空气温度

使用仪器：1. 热电偶地温表。2. 半导体地温表。3. 半导体点温

度計。

測定方法：1. 热电偶地温表，将感应部分放在要测土壤部位，根据温差电偶所产生的温差电动势用检流計测出其电流大小，然后从电流和温度的标准曲綫中查出土壤温度。

$$E = K(T - T_0)$$

E: 电动势

K: 常数

T₀: 参考点温度即摄氏零度

T: 已知温度

2. 将热敏电阻埋入地中，用102型的惠斯登电桥测其电阻值，然后根据电阻——温度标准曲綫查出相应的地温。

3. 用半导体点溫度計測定叶面群落内外气温。

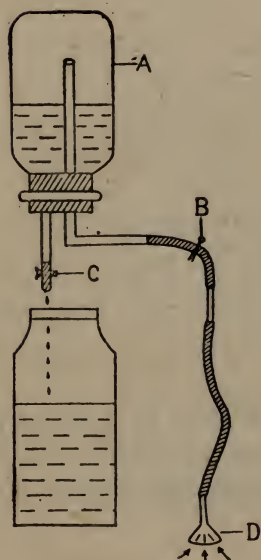


图3 二氧化碳濃度測定裝置

A. 排水取气瓶

B. 抽气管夹

C. 排气管夹

D. 小漏斗

抽气管下端一小漏斗。为防止泥土等进入漏斗，在漏斗口上包上一层紗布。

2. 采样与測定方法：将小漏斗按不同要求放在空气、土壤表层

四 空气相对湿度

使用仪器：通风干湿球湿度計。

測定方法：測定一天中(6时、9时、12时、15时、18时)群落内外相对湿度的变化。方法(略)。

五 空气和土壤的二氧化碳濃度

使用仪器：见图3。

測定方法：馬卡洛夫測定法：

1. 利用1,000毫升广口瓶，瓶中貯滿水，塞紧，橡皮塞上鑽两个孔，装两支玻璃管。一支联抽气管，另一支做排水用。

或土壤下层(20厘米处),用等体积的蒸馏水换取等体积空气,即将盛满水的A瓶倒起,先打开排水管夹子C,后打开抽气管夹子B,待A瓶水排完后立刻夹紧,然后通过排水管向A瓶注入25—40毫米0.02N—0.06N的氢氧化钡,充分摇动10分钟,使瓶中空气的二氧化碳全部被氢氧化钡吸收。打开瓶口立即加入2—3滴酚酞指示剂,用0.02N—0.06N氯化氢滴定剩余的氢氧化钡求得二氧化碳含量。

为了避免二氧化碳溶在水中造成的误差,水中可加几滴酸,以后在计算中时再把它除去。

打开瓶口之后,进行滴定时动作应迅速,以免氢氧化钡吸收空气中的二氧化碳,最好有对照。

六 光合作用强度

测定方法: 1. 干重法(略)。

2. 有机碳测定法:在三块样地上每3小时各取不同植株上层叶3片,下层叶3片,样品大小 0.5×2 厘米。

实验步骤:取一试管加10毫米0.4N铬酸钾溶液,加20毫克硫酸汞粉末,将样品放入,试管放在 180°C 油浴中沸腾10分钟,待冷后将试管中内容物注入250毫升锥形瓶中,稀释到150毫升,加85%磷酸30滴和8滴二苯胺,用0.2N莫尔氏溶液滴定完至蓝绿色为止。

根据公式计算有机碳含量:

$$\text{有机碳} = \frac{A - B \times K \times 0.3 \times 100}{P(\text{厘米}^2)}$$

A. 不加样品空白实验滴定用去的莫尔氏盐毫升数

B. 有样品的实验滴定用去的莫尔氏盐毫克数

P. 样品叶子面积

K. 莫尔氏盐的浓度

根据文献记载即有机物质中有机碳含量占45%,从测得的有机碳含量可换算出有机物质积累数量。

从植物学角度看小麦的合理密植問題

中国科学院生物学部小麦丰产試驗研究小組

一 前 言

由于1958年小麦大丰收的鼓舞和推动，我国农民在1958年秋播冬小麦的栽培中，发挥了更大的干劲，并且在破除迷信，解放思想，敢想敢作的方针指导下，对各种丰产措施（如深翻、施肥、密植等），本着大胆試驗的精神，在种植密度方面，每田播种量，由几十斤到几百斤，甚至到一千斤。这确是空前未有的，也是人們在过去不敢想象的（在深翻、施肥方面也是如此）。这是生产大发展的时代，于是也就給科学大发展提供了极有利的条件和开辟了寬广的前途。因此，英明的党在这时号召科学工作者积极地去总结，研究这些措施，划出“紅綫”以便进一步提高农业生产。在这种情况下，許多与农业生产有关的科学机关，学校等都以学农民，赶农民，超农民的精神种植了小麦丰产田。科学院生物学部也在这种情况下，成立了小麦丰产組，种了6亩小麦丰产田，該6亩丰产田共分为下列几种处理：

1. 深翻6尺，在翻地时，将生土换取旁边地里的熟土，因而0—20厘米的土层为熟土，每亩施有机肥（絕大部分为馬粪）60公斤，顆粒肥4万斤，表层土壤还每亩施有过磷酸鈣800斤，土鉀肥和硫酸鉀各150斤，顆粒肥600斤，抗生素肥1,500斤；采用早洋和农大181两个品种（7:3）混播，播种量为每亩400斤。

2. 深翻3尺，每亩施有机肥40万斤，顆粒肥5,000斤，均匀分布于所翻动的土层内，表层施过磷酸鈣500斤，土鉀肥和硫酸鉀各150

斤, 抗生菌肥1,500斤, 顆粒肥600斤, 品种为早洋, 播种量为每亩240斤。

3. 深翻2.3米, 表层为生土, 每亩施馬糞12万斤, 顆粒肥2,000斤, 过磷酸鈣500斤, 土鉀肥和硫酸鉀各150斤, 品种为6028, 播种量为每亩270斤。

4. 深翻2.3尺, 表层为生土, 施肥情况与3相同, 品种为农大183, 播种量为每亩134斤。

5. 深翻1.5尺, 表层为生土, 施肥情况与3同, 品种为平原50, 播种量为每亩184斤。

6. 耕翻7寸, 每亩施馬糞1万斤, 分別播有上述各地的品种, 播种量为每亩50斤, 为对照地。

此外由于冬麦試驗主要目的为丰产, 沒有安排系統的密度試驗, 因此1959年春季又种植春麦南大2419品种, 播种量从每亩20斤到500斤, 深翻1尺半, 施有机肥每亩10斤。

自1958年冬季以来, 已有西北生物土壤所, 中国农业科学院和上海植物生理研究所等单位就小麦密植后所发生的現象和問題发表了报告和意見, 現在把我們在自己种植的小麦丰产試驗田中关于小麦密植方面所观测的一些現象和問題, 从植物学的角度看密植后会发生一些什么样的变化? 試求得一个合理的密植范围, 从而試图探討:

(1) 产量和播种量有些什么关系? 是否播种量愈多, 单位面积上的穗数就会愈多, 产量就会愈高?

(2) 小麦的生长发育和播种量有些什么关系? 并从而去研究个体和群体, 植物体和环境以及植物体的結構和机能的关系。

(3) 在获得較高产量的密度下, 小麦的个体和群体有些什么样的好的生物学特性, ——即所謂“合理結構”? 人們如何去利用和发展这些好的特性和結構?

我們在冬小麦方面缺乏系統的密度試驗。产量結果是: 播种最小的(每亩50斤)产量最高, 每亩50斤以上的各播种量, 其产量随播

种量增加而降低(見表 1)。

表 1 产量和播种量关系(冬麦)

播 种 量 (斤/亩)	50	134	240	400
品 种	早 洋	“183”	早 洋	早洋+ “181”
产 量 (斤/亩)	742	562	491	243

由于我們冬小麦的播种量最低是每亩50斤，在我們的条件下虽然每亩50斤的播种量获得每亩700多斤的产量，但这是冬麦的最低播种量，其后期是在搭架的情况下渡过的，因此不能說每亩播种量50斤就能获得較多的产量。从其他单位的試驗結果(如北京市农科院的調查資料)和我們春麦密度試驗的結果看出，最适播种量不是在每亩50斤而是在50斤以下。因此，我們在冬小麦方面所获得的研究資料，不能用来闡明一个最合适的密度，只能用它說明播种量过大是有害而无利的。

用春小麦所作的密度試驗較有系統，它的产量結果見表 2。表 2內的数据表明，播种量从每亩20—40斤时，产量是随播种量的增加而上升，40斤以后則随播种量的增加而降低，在50—150斤之間变化不大，保持一定的平稳，150斤以上則显著下降。

表 2 产量与播种量关系(春麦南大2419)

播种量(斤/亩)	20	30	46	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	250	500
产 量 (斤/亩)	476	555	631	557	503	557	518	569	577	561	564	498	487	437	413

春小麦密度試驗的結果表明，在所有試驗密度內，每亩40斤播种量的产量最高，这点在北京市农业科学院所报告的关于冬麦調查資料中，也是如此。因此，尽管我們用的材料是春麦而不是冬麦，試驗面积也不够大，但它仍然反映一定的規律性。因此，我們用春麦方面所获得的研究資料去闡明合理密植的植物学基础看来还是

适宜和有用的。

我們試圖从下列几个方面去闡明合理密植的植物学基础：

(1)为什么产量不随播种量的增加而无限制的上升？这个不上升的因素何在。

(2)为什么每亩40斤播种量能获得較高的产量（在我們条件下）？这个密度的植株有那些突出的生物学特性？形成这些良好特性的因素是什么？

为了闡明这些問題，首先叙述一下我們所获得的研究資料，显然是必要的。

二 研究結果及分析

(一)产量構成因素和播种量間的关系 从栽培实践角度来说，构成产量的因素有三个，即单位面积上的穗数，每穗粒数和籽粒大小。要获得高产，就需要这三个因素得到很好的发育，即穗多、穗大、粒重。从試驗的結果看（見表3a, b），这三个因素和播种量之間，以及它們相互之間，有着辯証的关系。如表3內的数据所指出的：在一定播种量的范围內，单位面积上的穗数是随播种量的增加而增加，但这种相应的增加并不是沒有限度的。当播种量超过一定的量以后，单位面积上的穗数就不随播种量的增加而增加，而在一定数量上保持着平稳，甚至下降。每穗的小穗数，籽粒数和千粒重，在一定播种量的范围內，不随播种量的增加而发生多大变化，但当每亩播种量和穗数增加到一定量以后，它們就随播种量和穗数的增加显著地变少，变小了。由此可見，当每亩穗数超过一定范围后，虽然穗数仍可随播种量的增加有某些增加，但由于这时粒数和粒重的显著降低。因此，在这种情况下，在单位面积上所获得的产量不是增高，而是产量的降低，因此，要想获得高产，只有当这三个因素在一定条件下获得統一时才能达到。

为什么单位面积上的穗数不随播种量的增加而无限制地增加呢？这里有两个原因：一个原因是由于随着播种量的增加单株分

表 3a 产量构成因素和播种量间的关系(冬小麦)

播种量 (斤/亩)	50	134	240	400
品 种	早 洋	农大 “183”	早 洋	早洋 + 181
穗 数 (万/亩)	76.2	69.7	80.4	109.4
有效小穗数/穗	11.8	9.7	11.6	7.1
籽 粒 数/穗	19.7	17.6	19.8	10.2
千 粒 重 (克)	31.8	30.5	27.3	28.6
产 量 (斤/亩)	748	562	491	243

表 3b 产量构成因素和播种量间的关系(春麦南大2419)

播种量 (斤/亩)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	250	500
穗 数 (万/亩)	33.3	39.6	40.8	38.7	41.7	45.6	61.2	59.1	35.8	56.1	59.7	53.0	56.7	38.8	86.4
有效小穗 数/穗	14.6	12.2	12.3	13.3	11.9	11.8	10.4	10.6	9.8	8.4	8.9	8.2	6.8	6.1	5.8
籽 粒 数/穗	21.5	21.4	22.1	22.0	19.3	18.1	17.4	16.8	12.0	—	12.4	9.9	8.4	7.7	6.3
千 粒 重 (克)	29.5	33.5	30.2	31.3	29.5	33.2	32.3	31.6	22.1	24.1	30.9	32.3	22.2	27.5	26.5
产 量 (斤/亩)	476	555	631	557	504	557	518	569	577	561	564	498	487	437	413

穗数降低了,而且当播种量增到一定量以后根本就不分蘖了(见表 4a,b)。另一个原因是由于在过度密植情况下,单株的生长变弱了,而且在群体内的植株间产生了极大的不平衡性,弱的植株在生长过程中死去了,即发生所谓“自然稀疏”现象。同时,播种量过高的有许多穗成为无效的。因此,播种量高的和播种量低的其单位面积上的莖数在发展过程中以及到最后的穗数就慢慢地趋于平稳了(见表 5a,b)。

表 4a 冬麦拔节期的分蘖数

播 种 量 (斤/亩)	50	240	400
单 株 分 蘖 数	3.95	0.1	0.02

表 5a 冬麦播种量和莖数及穗数的关系

項 目	播種量(斤/亩)	50	240	400
品 种		早	洋	早
株 数	(万/亩)	47.9	358.0	洋早洋 + 181
冬 前 茎 数	(万/亩)	119.0	376.0	509.0
拔节初期茎数	(万/亩)	178.6	399.3	532.0
拔节后期茎数	(万/亩)	148.4	124.4	522.0
穗 数	(万/亩)	76.2	80.4	253.0
成 穗 率 %		5.72	2.54	109.4
产 量 (斤/亩)		74.17	491.4	2.31
				242.6

表 4b 春麦拔节期的分蘖数

播种量 (斤/亩)	20	30	60	80	100	150	300	400	500
单株分蘖数	3.1	2.65	2.45	2.13	1.24	0.6	0.1	0.9	0

表 5b 春麦播种量和茎数及穗数的关系

项 目	播种量(斤/亩)												
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	500
株 数	21.6	33.0	46.2	51.6	59.4	67.2	75.0	96.0	99.6	147.0	219.0	277.8	605.4
分蘖后期茎数	60.0	81.2	139.8	151.2	162.0	210.6	218.4	229.8	216.6	229.2	332.4	297.6	636.6
拔节期茎数	100.2	120.6	127.8	203.4	205.2	220.2	235.2	238.8	223.2	235.2	343.2	601.2	601.8
穗 数	33.3	39.6	40.8	38.7	41.7	45.6	61.2	59.1	55.8	39.7	56.7	88.8	86.4
死 率	—	—	6.5	16.8	25.7	22.9	13.2	33.1	31.0	56.1	64.9	62.4	81.7
成 率	—	—	3.13	5.25	4.92	4.82	3.84	4.04	4	3.94	6.05	6.75	6.96
产 量	476.0	554.9	631.2	557.0	503.6	557.0	518.0	568.8	577.1	564.4	487.4	136.8	412.0

表 5 a, b 內的数据指出,冬小麦在拔节后期,除每亩400斤播种量的每亩有250万莖外,其他播种量(不管是每亩50斤或240斤)的每亩莖数都趋向于120—150万莖的范围内。春小麦到拔节期的每亩莖数,每亩20—40斤播种量的平稳于100—130万莖之間,50—250斤播种量的,則平稳于200—300万莖之間。到最后的单位面积上的穗数,每亩20—60斤播种量的平衡于30—40万穗,70—500斤播种量的都一致平稳于50—80万穗的范围内。

• (二)植株生長和播种量的关系

1. 在不同密度下主莖形态及其解剖結構的变化表6和表7的数据表明,小麦莖稈的形态及其解剖結構在不同密度下表现出极其明显而深刻的变化:

不同密度下的小麦植株高度,在生长初期(拔节以前),是随播种量的增加而增高;到拔节开始后的一定时期,都趋于一致。到成熟时期,它是随播种量的增加而降低。与此相联系的是在拔节前第一节間长度是随播种量的增加而增加,而第一个节間以上的各节間則是随播种量的增加而变短。在春麦密度試驗中,这种变化,到播种量每亩100斤时就表现得极为明显。这个現象表明:当播种量超过适宜的密度以后,植株就发生了不正常的生长,即在拔节以前,由于过密而造成徒长。在拔节以后,使生长受到抑制,因而呈现出衰退和停滞現象。我們認為产生这种現象的原因是由于播种量的增加,引起了株間光照强度的减弱(見表8)。光照强度的减弱,从两方面影响植株的生长:一方面是直接影响細胞的生长(伸长与扩大),另一方面是影响細胞生长的物質基础——光合产物。在早期(拔节前),虽然高密度植株的单株光合产物比低密度的要低,但这时,作为細胞伸长的物質基础还是够的,因而光在这时的影响,主要是直接的影响,即在稀植情况下,光照强,便使引起細胞伸长的生长素受到一定的破坏,因而叶梢高度和第一节間的伸长受到一定程度的抑制;而在高密度情况下,光照弱,生长素所受的抑制較小,因而細胞伸长的程度加大了,以致发生徒长,叶鞘和第一节間

都变长了。然而在拔节开始后，在第二节以上的各节間的伸长时候，各密度間的光照强度的差异不大(見表8)，因而“光”在这时对节間的伸长，可能不起直接的主要作用，起主导作用的可能是由于高密度植株的同化面积(叶片)和吸收面积(根系)的不发达，及弱的光照条件，植株的光合产物比低密度的大大降低了，以致造成作为細胞生长的物質基础的不足，因而妨碍了第一节以上各节間的伸长。

表 6 不同密度下，主莖形态的变化

冬 小 麦					
播 种 量 (斤/亩)		50	134	240	400
品 种		早 洋	183	早 洋	早洋+181
株 高 (厘米)	冬前(11月11日)	14	24	31	25
	拔节(4月10日)	44	43	46	45
	成 熟	114	97	108	89
节 間 长 (厘米)	第 一 节 間	10.8	12.2	9.3	13.5
	第 二 节 間	17.5	13.5	15.3	12.3
莖 粗 (厘米)		0.26	0.19	0.2	0.18

春 小 麦 (南大2419)

播 种 量 (斤/亩)		20	40	60	90	100	250	300	500
株 高 (厘米)	分蘖后期(4月24日)	18.0	16.8	19.0	—	21.5	—	24.6	28.8
	拔 节 (5月11日)	45.8	51.8	48.8	—	41.4	—	41.4	47.4
	成 熟	103.5	105.7	99.6	—	85.1	—	72.2	77.5
鞘 高 (厘米)		3.2	3.6	3.5	—	5.5	—	5.9	6.4
节 間 长 (厘米)	第 一 节 間	6.8	7.2	7.5	6.9	—	8.5	9.5	10.4
	第 二 节 間	12.4	12.5	12.7	12.5	—	13.4	9.4	10.7
	第 三 节 間	17.6	14.3	15.8	14.3	—	13.4	9.3	10.4
	第 四 节 間	24.5	17.5	19.2	19.9	—	18.1	15.4	16.3
	第 五 节 間	30.0	25.9	25	29.1	—	23.8	19.4	18.8
莖 粗 (厘米)		0.32	0.28	0.24	—	0.21	0.14	—	0.14

表 7 不同密度下莖的解剖結構的变化

冬 小 麦 (早 洋)			
播 种 量 (斤/亩)	50	240	400
稈壁厚度(目测微尺刻度)	29.6	20.6	16.5
外 輪 維 管 束 数	12.5	14.9	7.2
內 輪 維 管 束 数	27.6	25.7	18.7
导管口径(目测微尺刻度)	9.9	8.8	7.5
机 械 組 織 发育程度	++++	+++	+

春 小 麦 (南大2419)

播 种 量 (斤/亩)	20	40	60	100	250	500
稈 壁 厚 度 (毫米)	0.87	0.74	0.66	0.50	0.30	0.33
外 輪 維 管 束 数	20.9	21.7	20.2	19.0	11.1	11.2
內 輪 維 管 束 数	41.7	45.0	40.1	37.7	26.1	21.0
导 管 口 径 (微米)	183	171	171	157	111	129
每一維管束內的篩管数	6.6	6.5	6.2	5.4	4.6	4.9
机 械 組 織 发育程度	++++	++++	++++	+++	++	+

表 8 不同密度下, 株間光强度的变化(千米燭光)

观 测 节 位 观测日期		播种量(斤/亩)	50	240	400
拔 节 初 (4月9日)	地 面		2.1	0.0	0.5
	½ 株 高 处		4.2	3.2	0.6
拔 节 后 期 (4月27日)	地 面		1.6	1.3	0.8
	⅔ 株 高 处		14.4	10.6	16.6

莖的粗度、稈壁厚度、維管束数、导管口径、每一維管束內的篩管数机械組織的发育程度等, 在超过适宜密度时, 也都变小变弱了。在春麦密度試驗中, 这种变化也是在每亩100斤播种量时, 就明显地表現出来了; 特別值得注意的是表皮下部机械組織的发育状况, 每亩250斤播种量以上时, 表皮下部的一圈机械組織几乎没有得到发育, 以致它的表皮和內部薄壁細胞間沒有明显的界限。这个表明, 在过渡密植情况下, 植株的支架和运输能力大大地减弱了, 以致发生倒伏, 并使水分, 矿質和光合产物的运转受到了阻碍。

但值得注意的是：每亩40斤播种量的植株，其莖內的維管束数比播种量低的20斤还多，即是所有試驗密度中发育得最好的。使我們特别感到高兴的是，这种变化和产量的变化是一致的，即在試驗密度中每亩40斤的产量是最高的，这个問題，将在“討論”中詳細地談到。

2. 在不同密度下叶的生长及其形态的变化从表 9a 中可以看出，冬小麦在拔节开始后的叶片长度上，在不同密度之間沒有明显的区别。在叶片寬度上，則与不同密度的莖粗变化規律是一致的，随着播种量的增加叶片显著地变窄了。而这种区别随着生长日期的增加也更显著，播种量高的叶寬增加的很緩慢，播种量低的叶寬增加的快。在春麦密度試驗中（表 9 b）也看到同样的現象。叶寬在播种量每亩20斤到40、50斤的大致相同，50斤以上則变窄的趋势

表 9a 冬麦叶的生長及形态

觀 測 項 目			播種量(斤/畝)			
			50	134	240	400
			早 洋	183	早 洋	早洋+181
葉 長 厘米	拔 節 初 期	第二片	14.90	13.30	13.32	15.40
	拔 節 期	第二片	18.30	17.00	19.50	20.50
		第三片	23.90	23.10	18.10	20.40
葉 寬 厘米	拔 節 初 期	第二片	0.61	0.49	0.51	0.47
	拔 節 期	第二片	0.78	0.68	0.53	0.55
		第三片	0.75	0.57	0.52.	0.49
主 莖 總 葉 片 數		拔節期	8.5	6.8	7.1	6.2
主莖綠葉片數	3月13日	返青期	2.66	2.88	2.64	3.34
	4月2日	拔節初期	3.40	2.98	3.22	3.44
	4月10日	拔節期	3.62	3.22	3.04	2.84
	4月16日	拔節期	3.92	3.72	2.60	3.20
主 莖 葉 面 積 (50株)(厘米 ²)	拔 節 初 期	932	727	851	932	
	拔 節 期	1,808	1,533	941	1,115	
葉 綠 素 含 量 %		拔節初期	4.0	3.3	3.6	3.6

注：叶片次序由頂端向下数。

表 9b 春麦叶的生长及形态

播种量(斤/亩)			20	30	40	60	90	150	250	500
观 测 项 目										
叶 长 厘米	拔节期	第三片	23.78	23.81	32.84	23.24	17.59	21.76	22.30	22.40
	抽穗期	第二片	25.40	23.91	29.64	28.15	26.16	—	—	—
		第三片	22.84	21.64	28.78	26.50	24.16	—	—	—
叶 宽 厘米	拔节期	第三片	1.01	0.90	0.93	0.89	0.86	0.66	0.63	0.47
	抽穗期	第二片	1.14	1.11	1.09	0.98	0.95	—	—	—
		第三片	1.08	0.97	1.06	0.91	0.88	—	—	—
主茎叶片总数		拔节期	9.68	8.80	8.00	8.32	7.96	7.63	8.05	6.14
		抽穗期	8.42	8.26	7.76	7.86	7.71	—	—	—
主茎綠叶片数		拔节期	6.50	4.90	4.18	5.34	5.25	4.05	4.75	3.86
		抽穗期	4.42	4.56	4.90	4.69	4.30	—	—	—
主茎叶面积 (单株)(厘米 ²)		抽穗期	84.1	85.1	127.3	92.7	78.5	—	—	—

注：叶片次序由顶端向下数。

较为更显著。叶长在每亩40和50斤的表现最长。

在不同密度中总叶片数在密度过高时是减少的，而能起光合作用的绿色叶子在数量上有没有不同呢？这方面的统计结果见表9a（表中每亩400斤的早洋+181品种的是玻璃洋畦保温过冬的），冬小麦在返青调查时，由于叶子刚开始返绿，故不同密度在单株绿叶数目上没有明显区别。在拔节期前后的调查则可明显看出播种量大的单株绿叶片的数目比播种低的要少。并随着生长日期看有不同的表现，播种量低的50斤的绿叶数增加的较快，而播种量高的增加的慢或甚至有所减少。在春麦的观察中（表9b）也看到了总叶数是随着播种量的增加而逐渐减少的。绿叶数在播种量125斤以上的下降较明显。在抽穗期绿叶数从20至90斤时区别不太大，而以40斤的为最多。从表9a中又可看到主茎叶面积的变化，在冬小麦播种量过高的叶面积一般较小，并很明显地随着生长期的增加，播种量大小的叶面积变化的速度不同，播种量高的240斤及400斤的，在

14天中叶面积增加的很有限，而播种量50斤的在14天中叶面积增长了近一倍。春麦主茎叶面积在播种量每亩20至90斤的范围内，以40斤的表现最大(见表9b)。以上表明了播种量过高使得叶面积增长受到了很大的限制，而我们知道叶面积的大小是得到高额产量的重要条件；因此叶面积增长受到限制，就可以影响到将来穗子很小，致使产量减低。

綠色叶片中的叶綠素含量也作了比較，亦見上表。播种量每亩50斤的含量稍高于播种量更大的，但没有很明显的差异。

单位面积上的气孔数(见表10)，是随播种量的增加而减少。这种变化在冬小麦的冬前叶片上(下表皮)表现得极为明显，而在拔节后的冬小麦叶片，则不如冬前那样明显，春麦亦不如冬麦冬前那样明显。上海植物生理研究所四平小麦工作组指出这是由于在密植后光强度变弱的结果。大家知道，在冬前，密度低的植株叶片是匍伏的，高密度则是直立状的，二者叶片上所受光强度有很大差别。到拔节期植株都是直立的，叶片上所受光强度的差别不如冬前那样大，因而冬后叶面积上气孔数目的差别也就不如冬前那样大。

表 10 在不同密度下冬小麦叶片气孔数的变化

观测时期	播种量(斤/亩)		50	240		
	叶片部位					
冬 前	第三叶上表皮		11.6	11.9		
	第三叶下表皮		6.7	1.3		
拔 节 初 期	倒数第二叶上表皮		15.1	12.2		
	倒数第二叶下表皮		12.8	9.2		
	倒数第三叶上表皮		17.1	17.1		
	倒数第三叶下表皮		12.4	7.8		
春 小 麦						
播种量(斤/亩)	20	40	60	100	250	500
第三叶上表皮	13.5	12.5	12.3	12.7	11.8	9.6
第三叶下表皮	9.4	9.2	7.8	7.7	4.3	4.7

3. 地上部干重冬小麦不同时期植株重量的变化，在冬前及返

青后拔节期植株地上部干重都是播量低的較重，并在拔节期时差异更明显(見表11a)。从表11b中看春麦单株干重，播种量每亩在60斤以內的其差异不大。70至125斤之間又較相近，125斤以上則逐漸减少。每亩地上部干重以每亩90斤的为最高，40斤的高于20及60斤等。从植株地上部干物質增长速度上看，在14天观察中可以看出其增长速率，播种量低的即每亩50斤的增长速率是較播种量高的，134、240及400斤的要快。这表明播种量低的个体中有机質的积累是比較快的。从植株的强弱度看(表 11a)，即植株单位长度的干

表 11a 冬麦植株地上部干重

测定项目		播 种 量		50	134	240	400
		品 种		早 洋	183	早 洋	早洋+181
单株主茎地上部干重变化(毫克)		冬前11月4日拔 节 期		24.4 168	— 124	22.7 139	13.7 97
植株地上部干重增长情况 (50株)(克)	拔	4月2日	主茎	5.60	4.72	5.40	5.00
			分蘖	15.50	1.20	0.40	0.03
	节	4月10日	主茎	8.40	6.20	7.00	4.90
			分蘖	—	—	—	—
	期	4月16日	主茎	11.90	9.00	8.10	6.90
			分蘖	25.40	1.50	0.30	0.10
植株强弱度 (地上部干重/株高)		拔节期		3.80	2.88	3.03	2.15
光合效率(克/米 ² /日)		拔节期		3.234	2.474	2.112	1.362

表 11b 春麦植株地上部干重

項 目		播种量(斤/亩)						
		20	40	60	90	150	250	500
拔节期	单株干重(克)	1.38	1.40	0.66	0.69	0.26	0.17	0.15
	主 茎 重(克)	0.59	0.51	0.48	0.46	0.25	0.17	0.15
	每亩地上部总干重(万克)	29.8	48.0	39.2	66.2	38.2	47.2	90.8

重，在播种高的数值較小，表示植株細弱。强壮的植株可以更好的保証支架层，对保証光合作用的正常进行起主要作用。由上可見，

播种量过高的，植株密度过大，单株绝对干重小了，干物质累积慢了，而从群体看，播种量高的每亩的地上部干重大，但单株细弱，这样植株的物质基础差，难保证以后穗大和高产。并可看到在拔节期以后到成熟期地上部总干重由于播种量过高很多弱苗死亡，因而总干重趋势是下降的。春麦中播种量每亩40斤的在单株干重上或在总干重上都表现的比较好。

从光合效率上看，冬麦随播种量的增高光合效率降低，表示合成的能力差。这时期的光照强度在不同密度之间显然也是不同的，因此除植株本身外，由于过密使植株间光照强度减弱（见表12），致使光合效率也降低。

表 12 植株间光照强度(千米烛光)

播 种 量 (斤/亩)	50	134	240	400
拔 节 期 株 间 (地面)	2.1	0.5	0	0.5
拔 节 期 株 间 ($\frac{1}{2}$ 高度)	4.2	2.3	3.2	0.6

4. 根系的生长表 13 及表 14 表明，单株的根数和重量都随着播种量的增加而递减；然而若就单茎根的数和重量来看，则即使品种不同，都不因播种量的增加而发生很大变化。这个现象似乎说明了单个植株的分蘖数与其根的数量有着一定的比例关系。就每亩根的总重量来看，均随着播种量的增加而增重，这主要是由于播种量大造成总茎数多相应的总根重量也大了，从生长过程来看（见图1），播量低的，冬前、返青、拔节期总根重量都是随生长过程而增加。播种量高的则在返青时根重量下降，而到拔节期又略增，但并没有超过幼苗期的总根重量，或甚至更少些。这主要是由于密度过高，不但限制了地上部的生长，相应的也限制了根在后期的生长，因此，自幼苗到灌浆并无增加，而播种量低的从幼苗到灌浆，根量增加二至四倍。

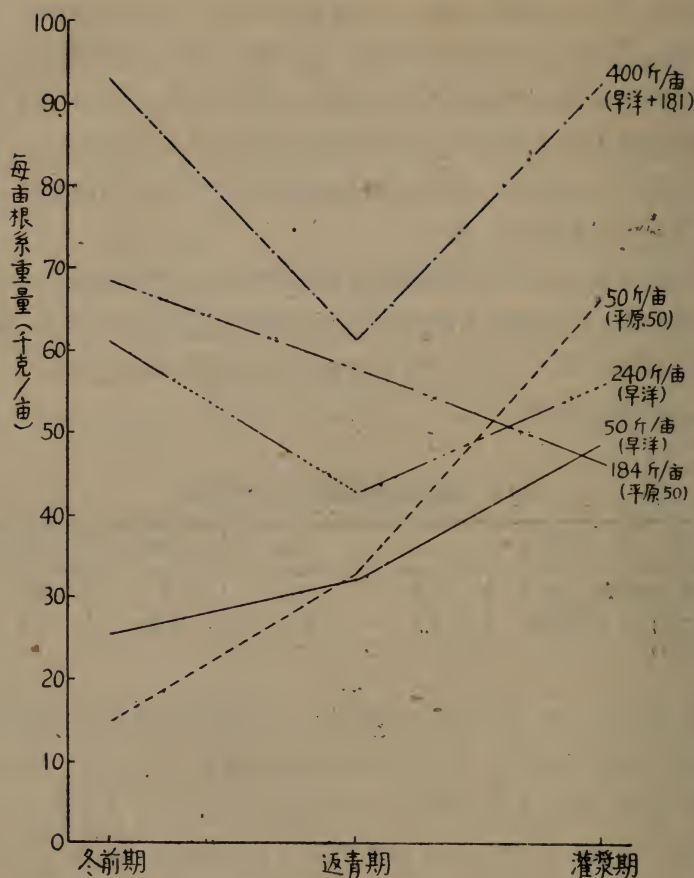


图 1 冬小麦不同密度的根系在生长过程中的变化情况

表 13 播种量对小麦根系数目的影响(拔节期)

品 种	分 枝	平原50	旱 洋	分 枝	平原50	旱 洋	旱洋+181
播种量(斤/亩)	150	50	50	107	184	240	480
单 株 根 数	11.6	14.36	12.76	18.3	9.56	8.00	5.5
单 茎 根 数	4.7	4.00	2.60	6.9	4.55	7.30	5.4
单株次生根数	7.1	9.36	8.26	12.3	4.2	3.34	0.85

表 14 不同密度下不同生育期冬小麦根系重量(干重)变化

播 种 量 (斤/亩)		50	50	184	240	400
品 种		早 洋	平 原 50	平 原 50	早 洋	早洋+181
单株根重(克)	冬前1958年12月	—	0.0532	0.0176	0.0404	0.0192
	返青1959年3月13日	0.0496	0.0273	0.0129	0.0205	0.0099
	灌浆1959年6月1日	0.0802	0.0601	0.0328	0.0242	0.0243
单茎根重	冬 前	—	—	—	—	—
	返 青	0.0124	0.0090	0.0114	0.0130	0.0094
	灌 浆	0.0241	0.0401	0.0306	0.0242	0.0243
每亩根重	冬 前	25.758	15.063	68.384	61.160	93.083
	返 青	32.503	32.997	57.978	43.393	61.629
	灌 浆	48.510	66.726	46.262	56.562	95.639

在春麦中也同样的作了观察(见表15、16, 图2)得到同样结果, 单株根重随播种量增加而递减, 单茎根重则差异不甚显著。每亩的根重在拔节期前随播种量的增加而递增, 但到成熟期则随播种量的增加而降低。从表16和图2中可以看出, 播种量每亩40斤的根系也是发育得最好的。

在根深度和分布方面, 表17、18中的数据指出, 根系深度不随密度的不同而变化。但密度对根系在不同土壤深度内的分布量有明显的影晌。在0—20厘米, 或0—50厘米的土层内的根系分布量是随播种量的增加而增加, 而在下层土壤内根系是随播种量的增加

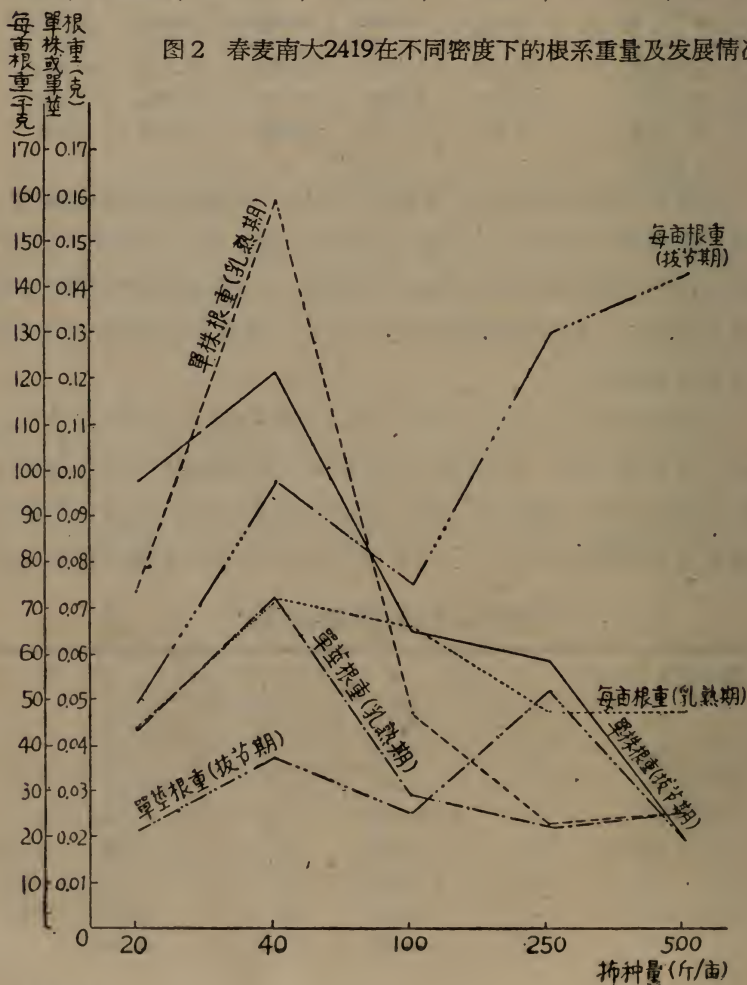
表 15 春麦根数比较

播 种 量 (斤/亩)	总 根 数	永 久 根 数
20	21.20	17.60
30	13.04	8.30
40	13.96	8.30
50	14.25	10.20
60	15.10	11.28
90	8.42	5.02
250	6.40	3.20
500	4.74	0.53

表 16 不同密度下春小麦根系重量(干重)在不同生育期的变化

播种量(斤/亩)		20	40	100	250	500
单株根重	拔节期	0.0974	0.1208	0.0647	0.0584	0.0198
	乳熟期	0.0726	0.1586	0.0470	0.0224	0.0255
单茎根重	拔节期	0.0210	0.0371	0.0252	0.0514	0.0192
	乳熟期	0.0436	0.0714	0.0286	0.0224	0.0255
每亩根重	拔节期	39.264	97.429	74.974	129.499	140.661
	乳熟期	43.912	71.974	66.398	37.257	47.153

图 2 春麦南大2419在不同密度下的根系重量及发展情况



而。减少即在高密度的情况下，根系主要是集中在上层土壤中，向土壤下层的生长力减弱了。其原因可能是由于在高密度情况下，次生根的数目减少或没有，同时，在高密度下的根系很早就停止了它的生长，以致到下层土壤中的根系减少了。

表 17 不同密度下春小麦的根系深度(厘米)

播种量(斤/亩)	20	40	100	250	500
时 期					
拔 节 期	123	122	115	120	118
乳 熟 期	153	155	154	155	150

表 18 不同播种量对春小麦根系在不同土壤深度内分布量的影响(%)

观测时期	播种量(斤/亩) 土壤深度(厘米)	20	40	100	250	500
拔 节 期 (5月15日)	0—50	77.52	78.12	82.82	92.06	91.25
	50—100	22.48	21.88	17.18	7.94	8.75
乳 熟 期 (6月18日)	0—20	38.0	45.4	52.9	—	52.9
	20—50	20.2	19.0	19.3	—	25.4
	50—150	41.8	35.6	27.8	—	21.7

(三)植株体内氮及碳的分析 必须首先指出的是氮及碳的含量测定，不是单从密度方面着手的，而是和深翻高肥结合起来作的，由表19中数据可以看到植物体内总氮的含量在密植高肥中的植株中比播种量低、少肥的含量要低。其原因可能有几方面，一是我们用的有机肥主要是马粪。虽然施用量很大，但释放出的可用的氮比较慢，因而不足以供给大量密植的植株用。另一原因是有机肥释放的总氮量的可用氮可能不少，但仍不够大量植株所需。由表19亦可看出由幼苗期至拔节期地上幼植株体内氮含量是上升的，拔节期以后则下降。

表 19 冬小麦不同时期氮含量%

测定时期	播种量(斤/亩)	测定部位					
		50	240	50	400	50	134
		叶	叶	叶	叶	叶	叶
幼苗期	10月21日	2.5	2.8	3.47	2.35	—	—
幼苗后期	11月17日	3.6	2.8	3.05	2.6	—	—
返青期	3月12日	4.1	3.3	4.05	3.15	1.8	1.35
拔节期	4月16日	4.5	3.7	3.8	3.4	4.1	3.3
抽穗期	5月28日	3.0	3.1	3.15	2.4	2.3	2.5
成熟期	—	0.6	0.66	0.4	0.55	0.5	0.4

植株体内有机质,即碳的含量的测定见表20,在幼苗期差异较大,即播种量低的含碳高,但后期差异不大。因此在不同密度的植株,虽然在干物重上和强弱度上是随密度的增高而减低,但在植株中总的碳所占的比例仍是大致相同的。

表 20 冬小麦不同时期碳含量%

测定时期	播种量(斤/亩)	测定部位															
		50		240		50		400		50		134					
		叶	根	叶	根	叶	根	叶	根	叶	根	叶	根	叶	根	叶	根
幼苗期	10月21日	35.1	27.4	34.3	28.6	37.9	29.2	30.2	28.5	—	—	—	—	—	—	—	—
幼苗后期	11月17日	31.7	31.6	29.5	31.9	32.4	28.9	32.1	28.9	—	—	—	—	—	—	—	—
返青期	3月12日	27.5	28.4	28.6	31.4	27.4	28.8	26.1	28.8	30.7	28.9	34.6	29.3	—	—	—	—
拔节期	4月10日	30.4	30.4	30.8	30.4	29.0	29.9	29.3	30.0	—	—	—	—	—	—	—	—

(四)不同密度下的植株发育状况

1. 穗分化的速度:在我们的密度试验中观察到冬麦、春麦300—500斤(见表21a, b)高密度的植株,穗分化显著延迟,但当这种植株开始分化后,单穗期很短,会迅速进入二穗期赶上低密度植株的发育,不久穗分化又缓慢下来。如划曲线图,可看到300—500斤的穗分化的曲线总是在低密度的下面,最后200斤以上都在孕穗,300—500斤还在雌蕊形成期。

在每亩20—200斤播种量中,植株外形会随密度增加而变

表 21a 不同密度小麦穗分化比较(冬麦)

品 种	播 种 量 (斤/亩)	日 期	2月23日	2月24日	3月7日	3月13日	3月18日	3月19日	3月25日	3月27日	3月30日	4月3日	4月6日	4月8日	4月10日	4月13日	4月16日	4月20日	4月24日	4月30日	5月4日	5月6日
早 洋	230		—	伸 长	伸 长	—	单 穗	—	2 穗 初	—	2 穗	颖 原 基	颖 原 基	小花原基初	小花原基	小花原基	小花分化初	雌雄蕊原基	雌雄蕊原基	雌 蕊	—	—
早 洋	50		—	叶原基	叶原基	伸 长	—	单 穗	2 穗 初	—	2 穗	颖 原 基始	颖 原 基	小花原基初	小花原基	小花原基	雌雄蕊原基	雄 蕊 初	雄 蕊	雌 蕊	—	—
早 洋 + 181	400		叶原基	—	叶原基	—	—	—	—	单 穗	2 穗 初	—	2 穗	颖 原 基始	颖 原 基	颖 原 基	小花原基初	小花分化初	小花分化初	—	雌 雄	雌 蕊
早 洋 + 181	50		叶原基	—	伸 长	—	—	单 穗	2 穗 初	2 穗	2 穗	颖 原 基始	颖 原 基	小花原基初	小花原基	小花原基	小花分化初	雄 蕊 初	雄 蕊 初	雌 蕊	—	孕 穗
平 原 50	184		伸 长	—	伸 长	—	—	—	单 穗	—	2 穗	颖 原 基始	颖 原 基	小花原基初	小花原基	小花原基	小花分化初	雌雄蕊原基	雄 蕊 初	雄 蕊	—	—
平 原 50	50		伸 长	—	伸 长	—	—	—	单 穗	—	2 穗	颖 原 基始	颖 原 基	小花原基初	小花原基	小花原基	小花分化初	雄 蕊 初	雄 蕊 初	雄 蕊	—	—

表 21b 不同密度小麦穗分化比较(春麦)

播种量 (斤/亩)	日期	4月20日	4月24日	4月28日	4月30日	5月3日	5月6日	5月11日	5月15日	5月19日	5月24日
20		伸长	单穗	单穗	2穗	颖原基	小花原基— 雄雌蕊原基	雌蕊	雌蕊	雄蕊	孕穗
40		伸长	单穗	单穗	2穗	2穗	颖原基	雄雌蕊原基	雌蕊	雄蕊	孕穗
60		伸长	伸长	单穗	单穗— 2穗初	2穗	颖原基— 小花原基	雄雌蕊原基	雌蕊	雄蕊	孕穗
80		伸长	伸长	伸长	单穗	2穗	小花原基	雌蕊初	雌蕊初— 雌蕊	雄蕊	孕穗
100		伸长	单穗	2穗初	2穗	颖原基	小花分化 初	雌蕊	雌蕊	孕穗	孕穗
150		伸长	单穗	单穗	颖原基	颖原基	小花原基	雄雌蕊原基— 雌蕊初	雌蕊	雄蕊	孕穗
200		伸长	单穗	单穗	2穗	颖原基	颖原基—小 花原基初	雄雌蕊原基	雌蕊初	雄蕊	孕穗
300		伸长	伸长	单穗	单穗	2穗	颖原基	小花分化初	雌蕊初	雌蕊	雄蕊
500		叶原基	伸长	2穗初	2穗	2穗	颖原基—小 花原基初	小花分化初	雌蕊初— 雌蕊	雌蕊	雄蕊

注: 穗分化由叶原基 伸长 单穗期 2穗期 颖原基 小花原基 雄雌蕊原基 雌蕊 雄蕊 孕穗

弱,穗分化在伸长雌、雄蕊形成的发育过程中,表现尚趋一致,密度高的能勉强跟上低密度的发育。

到雄雌蕊形成后穗节片延长,穗形增大时,各种密度的强壮植株发育顺利,而迅速孕穗、抽穗,弱的植株这时候穗分化缓慢或大量抽不出穗,有的虽能抽穗而成为不结实的无效穗。高度密植中有大量弱株,在生长发育中,有的因纤弱、黄叶等早期枯萎(见表22),有的在抽穗期抽不出穗而使不同密度如每亩20—500斤播种量的有效穗数相差不很大。

表 22 每亩400斤播种量下的冬小麦强弱苗生育情况

項 目 日 期	壯 苗					弱 苗				
	株高 (厘米)	莖粗 (厘米)	叶数 (个)	穗分化	小穗 原基及 穗小 数(个)	株高 (厘米)	莖粗 (厘米)	叶数 (个)	穗分化	小穗 原基及 穗小 数(个)
3月7日	—	0.2	—	单穗	4.4	—	0.14	—	伸长	2.4
3月18日	14.7	0.18	6.2	单穗	5	14.2	0.11	5.4	单穗	4.6
3月25日	27.0	0.18	6.6	2穗	5	—	—	—	—	—
3月30日	30	0.19	6.6	小花原基始	11.4	—	—	—	—	—
4月6日	37.5	0.2	7.6	小花原基初	11.8	35	0.11	5.6	颖原基	9
4月8日	41.8	0.2	5.8	小花原基	12.4	—	—	—	—	—
4月13日	—	—	—	—	—	41	0.15	6.4	小花原基	11.4
4月16日	50.2	0.22	7.8	雄雌蕊原基	16.8	—	—	—	—	—
4月20日	47.2	0.21	8	雄雌蕊原基	15	39.2	0.14	6.6	小花分化初	12
4月24日	47.9	0.23	9	雌蕊	13.7	49.3	0.12	8	雌蕊初	12
4月30日	57.3	0.24	8.6	雄蕊	13.5	41.3	0.21	8.4	雌蕊	9.6

2. 密度对穗大小及籽粒影响不同密度生长点的大小可见表23。高密度生长点的长宽都小于每亩500斤播种量。

小穗原基出现于叶突起与穗节片之间,单穗期叶突起数目多少和小穗数多少有关,我们观察了单穗期叶突起数目(见表24)。在每亩200斤的播种量为7.2个,500斤播种量为4.8个,这些数字随着

播量的增加而逐渐减少。

表 23 不同密度的生长点大小比较(目测微尺刻度)(冬麦)

处 理	冬 前 11月 25日			冬 后 2月23—24日		
	长	宽	生长点状态	长	宽	生长点状态
230 斤/亩	5.56	7.94	叶 原 基	7.4	12	伸 长
50 斤/亩	5.43	8	叶 原 基	7.1	12.5	叶 原 基
275 斤/亩	6.2	7.75	叶 原 基	10.1	10.8	伸 长
50 斤/亩	6.4	8.3	叶 原 基	12.9	15.7	单 稃
400 斤/亩	5.45	7.4	叶 原 基	6.7	11.2	叶 原 基
150 斤/亩	6.51	8.42	叶 原 基	7.4	12.4	叶 原 基

表 24 不同密度下单稃期叶突起数 春麦南大2419

密 度(斤/亩)	20	40	60	80	100	200	300	500
突 起 数	7.2个	6.6个	6个	5.4个	4.6个	5.4个	5.6个	4.8个

表 25 不同密度下小穗数的变化 春麦南大2419

播 种 量 (斤/亩)	日 期									
	4月 10日	4月 24日	4月 28日	4月 30日	5月 3日	5月 6日	5月 11日	5月 15日	5月 19日	5月 24日
20	2.6	3.8	7.2	10.5	14.2	18.4	17	17.1	16	17.5
40	2	3.6	6.6	8.4	11.7	15.5	16.3	15.3	17.2	17.5
60	1.8	2.8	6	6	14.2	13.1	15.6	14.5	16.1	15.8
80	2	2.8	3.4	5.4	9.5	13.2	13.2	13.3	13.2	15.2
100	—	4.6	6.2	6.2	14.7	12.6	13	13.7	13.5	11.8
150	2	3.4	6.4	10.3	11.8	13	12.7	12.8	13.7	11.1
200	—	2.8	5.4	6.5	8.8	7.9	10.3	11.9	12.3	11.9
300	—	2.2	5.6	4.1	6.8	7.8	9.3	10.9	11.2	12.9
500	—	3	4.8	3.6	5.6	6.5	10.9	8.2	11	11

冬麦 早洋+181 (400斤/亩), 早洋 (50斤/亩)

播种量 (斤/亩)	日 期								
	3月 27日	3月 30日	4月 6日	4月 10日	4月 13日	4月 16日	4月 20日	4月 24日	5月 6日
400	4.2	5	8.2	8.8	13	11.6	12.2	13.2	12.2
50	8.4	10	13.4	15	16.4	16.2	16	16.6	15.8

注: 前期为叶突起数, 自2稃期起为小穗原基数, 小花分化后为小穗数。

在不同密度下小穗数的变化见表25。小穗数随着播种量增加而减少。春麦播种量为每亩500斤的比20斤的平均少6.5个小穗。由考种的材料可知有效小穗/穗,粒/穗也是随密度增加而减少。

由上面的叙述得知生长点大小、叶突起数目、小穗数等,都是随密度增加而减少。我们觉得不同密度间的差异是和不同密度所处的光照等外界条件的差异有关,也和不同密度植株生长的差异有联系。这些都是和最后产量有直接关系的因素,它们间前者为后者建立基础,如生长点肥大,单穗期叶突起数目就多,所以我们在考虑合理密植时要同样注意植株前期和后期良好的生育情况,田间管理也要自苗期起抓紧每一个生育期的管理,以期获得最大的收获。

(五)人工遮光对小麦生长的影响 小麦在密植后的表现的冬前变化,引起我们对探求这种现象原因的兴趣。当时我们觉得,从外因上看,光照强度可能在这里起着很重大的作用。为了验证这点,我们利用春小麦在稀植条件下作了不同程度的遮光试验。遮光的办法是用纱布做成纱罩,分为五个处理:未遮光(对照),遮一层稀纱布,遮一层厚纱布,遮二层厚纱布,遮三层厚纱布。各种处理后的强度可见表26。

试验是在每亩20斤播种量的基础上进行的。品种为南大2419。1959年5月12日播种,5月25日(即2—3叶期)进行遮光。试验结果见表27。

表 26 不同遮光情况下光照强度(千勒克斯)

处 理	对 照	一 層 稀 紗 布	一 層 厚 紗 布	二 層 厚 紗 布	三 層 厚 紗 布
光照强度 (千米烛光)	19.8	16.0	13.1	10.0	8.0

注:光照是在中午12点测定的。

表27内的数据表明:人工遮光后发生变化的规律性和小麦在不同密度下发生变化的规律性几乎完全一致。即和密植一样,在遮

表 27 人工遮光对春小麦生长的影响

项 目	处 理	对 照	一 層 稀紗布	一 層 厚紗布	二 層 厚紗布	三 層 厚紗布
	观测時間					
株 高(厘米)	1959年6月19日	49	54	61	60	61
叶 数	1959年6月19日	8.0	7.8	7.2	6.4	6.7
分 蘖 数	1959年6月9日	3.00	1.15	0.20	0.10	0.10
	1959年6月21日	3.9	1.5	0.7	0.4	0.2
第五叶长(厘米) 寬(毫米)	1959年6月19日	25.6	32.7	36.0	36.3	39
		7.03	8.6	8.4	7.9	6.8
叶 鞘 长(厘米)	1959年6月9日	8.67	11.48	11.35	11.72	12.02
	6月21日	13.2	15.4	16.65	15.00	15.72
次 生 根 数	1959年6月9日	6.4	4.1	3.9	2.1	1.6
主 茎 干 重(克)	1959年6月21日	6.860	6.030	5.765	5.300	3.350
分 蘖 干 重(克)		6.770	3.355	0.670	0.520	0.330
单 株 干 重(克)		1.3630	0.9325	0.6435	0.5820	0.3680

光后，無論植株高度或叶片和叶鞘长度都随遮光程度的加强而增加。植株叶数，分蘖数和次生根数，叶片寬度，以及干物重等都随遮光程度的加强而降低。这个事实似乎說明了光强度在小麦密植上所发生的規律性变化上似乎“起着指导的作用”。

三 討 論

关于小麦合理密植問題可以从以下几个方面討論：

(一)从产量構成因素去看合理密植 要想获得高额产量必須使构成产量的因素获得良好的发育，即穗多、粒多、粒重(为了討論方便，粒数、粒重合称穗重)。这三个因素是在群体基础上个体的生长发育相互作用的結果。在資料的叙述中已談到，个体和群体，穗多和穗重有其辯証的关系。为了获得穗多，必須保証群体有最多的植株数量，但是在一定面积上群体中植株的增多并不是沒有限度的。当群体中植株数量增加到一定程度时就会使个体生长发育受到限制，甚至引起个体的衰退，因而穗重就减小，产量也从而降低。群体是由个体組成的，沒有个体就沒有群体，因此当个体发生衰退时，群体在数量和質量上也就无法保証。这点，已在前面叙述到了。

表 28 春麦不同密度的产量与每亩穗数及单穗粒重的关系

播 种 量 (斤/亩)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	250	500
单穗籽粒重(克)	0.79	0.72	0.71	0.65	0.59	0.61	0.56	0.53	—	—	0.41	0.32	0.19	0.21	0.17
每亩穗数(万)	36.9	41.4	43.2	42.9	44.1	51.6	65.1	64.2	68.7	66.9	64.5	65.9	76.8	104.4	110.4
产 量 (斤/亩)	476	554.9	631.2	557	503.6	557	518	568.8	577.2	561.4	564.4	497.7	487.4	436.8	412.6

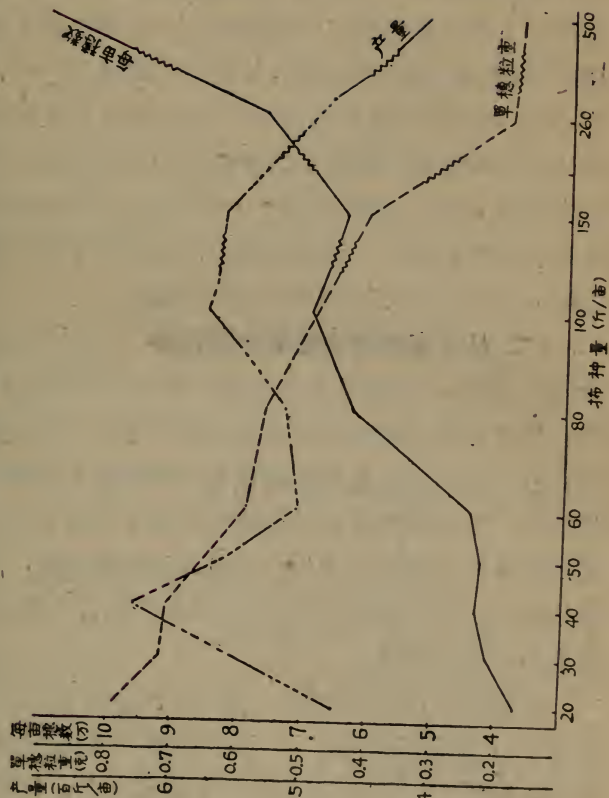


图 3 春麦不同密度的
每亩穗数、单穗粒重与产量
的关系

研究結果指出：每亩株数随播种量的增加而增加，但每亩穗数却不随播种量和株数的增加而无限制的增加，而是有它一定数量的限制。从1959年冬小麦的結果看，这个数字最高在每亩100万穗左右。因此，所謂合理密植，就是使矛盾的双方——即个体和群体，穗多和穗重，在这种密植下获得适当的統一。即在这种最适密度条件下，个体的生长发育只受到最少的限制，而群体則获得最大的发展。保証个体能健康地生长发育，而对穗重影响不大的情况下，去获得单位面积上最多的穗数，从而获得高产，这是决定合理密植的根本原則，任何片面的想法和作法，都是不能获得高产的。如图3所指出的，每亩20斤播种量虽然穗子大，但由于穗数不够多，因而产量仍較低，而500斤播种量的虽然穗数比40斤播种量的多得多（近2倍），但由于穗子太小，因而也减产。为什么在过度密植情况下会引起个体生长发育的衰退？造成群体和个体之間矛盾及其統一的根本原因何在？这是我們下面所要討論的問題。

(二)从小麦生理活动看合理密植 人們所获得的产量，基本上（80—95%）是通过小麦的光合作用所形成的干物質所达到的。光合作用是綠色植物利用太阳光的能量将二氧化碳和水制成碳水化合物。这个过程是通过綠色部分进行的。大部分工作是由叶子进行的。綠色的莖稈和后期綠色的穗子也进行一部分工作。因此，要想使单位土地面积上生产出最多的有机物質，就應該尽量增加单位土地上的叶面积，使它进行更多的光合作用，这是密植的根本出发点和基本原理。

这样說来，是不是单位土地上的叶面积愈大，生产的干物重就会愈多，产量就会愈高？不，不是这样，試驗結果表明，播种量每亩在20—40斤的，每亩叶面积和产量成正相关。但播种量50—500斤时每亩叶面积或叶面积系数虽仍然是随着播种量的增加而增加，但到50斤以上的密度时产量不是随密度升高而是下降（見表29，图4）。可見，单位土地上的叶面积与产量并不完全成正相关。这是由于两个矛盾着的方面所造成的。随播种量的增加，一方面使单位面

表 29 春麦叶面积与产量的关系

播 种 量 (斤/亩)	20	30	40	50	60	90	200	250	400	500
每亩总叶面积(米 ²)	5116	4619	6403	—	8016	10374	13556	16365	16835	16368
叶 面 积 系 数 (总叶面积/地面积)	7.61	6.92	9.59	16.50	12.01	12.01	20.3	24.5	25.2	24.5
产 量 (斤/亩)	476	554.9	631.2	557	503.6	568.8	487.4	436.8	321	412.6

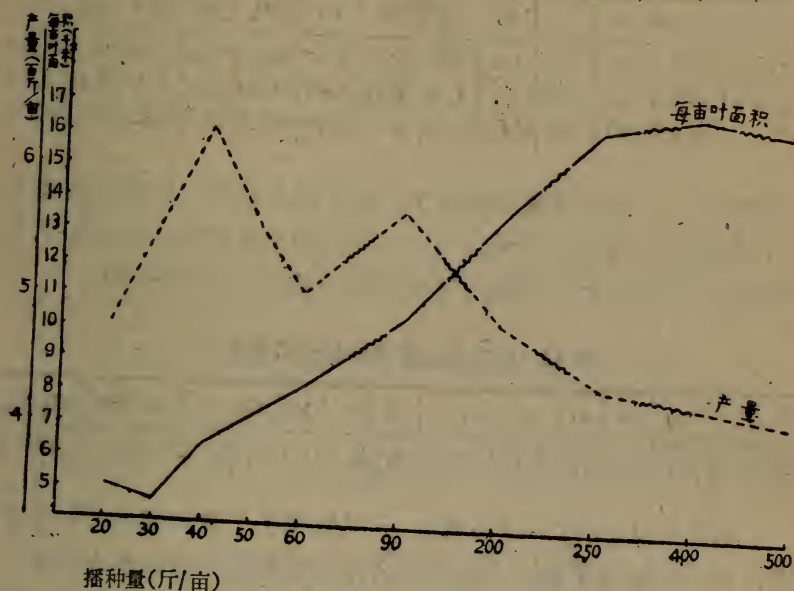


图 4 春麦不同播种量、每亩叶面积与产量的关系

积上株数增多了,叶面积增大了,也就是使生产的潜力增大了,但另一方面由于植株和植株間、叶子与叶子間的相互遮光程度大大增加了,而使株間的光强度,特别是下层叶片上所受的光强度大大的减弱了(見表30)。因此,植株的光合效率、单株的干物重,則随播

表 30 不同播种量密度試驗光照强度(千米燭光)

播 种 量 (斤/亩)	20	40	60	80	100	200	300	500
分 藥 期								
株 間 地 面	18.4	11.4	10.9	10.2	7.8	4.2	1.4	1.4
株間2/3高度	59.2	48.0	50.0	46.4	40.0	38.7	17.9	17.3

种量的增加而降低了(見表31)。光合产物是植株生长发育的物质基础,它的降低必然会影响植株的生长与发育,表现在分蘖和次生根的减少,叶片变小,莖稈細弱,生长錐的体积变小,小穗和籽粒数减少,干粒重变輕。在高度密植下生长极度不良的植株在生长过程

表 31 春麦不同播种量和光合产量的关系

播 种 量 (斤/亩)	20	30	40	50	60	90	200	250	400	500
每亩总叶面积(米 ²)	5116	4619	6403	11016	8016	10374	13556	16365	16835	16368
单株地上部干重(克)	1.38		1.40	0.71	0.66	0.69	0.21	0.17	0.14	0.15
产 量 (斤/亩)	476	554.9	631.2	557	503.6	568.8	487.4	436.8	321	412.6

中就死亡了,莖的成穗率降低了。由于以上原因在过度密植情况下,不仅是光合效率的降低,而且还会造成光合产物的浪费和不合理的分配。这点可以从經濟产量/生物产量中看出(見表32)。

表 32 密度与光合产物的分配关系

播 种 量 (斤/亩)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	250	500
經濟产量/ 生物产量	27.1	28.6	27.7	31.4	23.8	24.4	21.1	28.1	18.1	17.4	23.2	17.5	15.8	19.1	16.9

由此可見,密度的过分增加,不仅加深了个体和群体間的矛盾,同时还加深了植株中进行光合作用器官(叶子)和器官的生产效率(光合效率)間的矛盾以及光合产物与光合产物在植株的各部位中分配利用上的矛盾,結果影响了产量。这点可以从图 5 的曲綫变化中看出,图 5 表明总叶面积随播种量的增加而增加,但单株的生产效率(单株干重)則降低了,这是群体和个体間矛盾的具体表現。产量曲綫的动态則是矛盾双方相互作用的結果。每亩40斤播种量时获得較高的产量,即是反映矛盾双方在这种情况下得到了适当的統一。这就是在我們的試驗条件下理論上的合理密度。

由此可見,在考虑种植密度时,不能单从太阳能的吸收和利用方面出发,还必须考虑到另一个方面,即单位叶面积上的生产效能(光合效率)和光合产物的合理分配和經濟的利用。

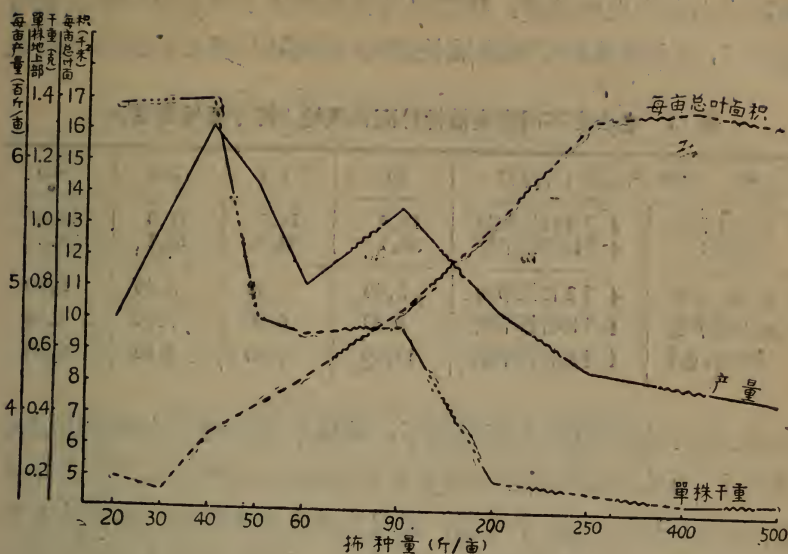


图5 不同播種量的光合面积及其产物与产量的关系

当然,生理活动是多方面的(如光合作用,有机物質的运轉,矿質营养和水分等等),由于資料的限制,我們这里只討論到光合作用这一方面。

(三)从植株的器官結構看合理密植 有机体的結構与其机能是相互統一的,一定的生理机能的改变,会引起其相应的器官結構的改变;而器官結構的改变又会引起反轉去影响其生理机能的 变化。如前所述,在高密度下,由于光合产物的降低造成了形成器官結構的物質基础的不足,从而使单株的次生根和分蘖数减少或沒有,单株(主莖)叶片数变少,叶片变小,莖秆細弱,維管束的数目和导管口径变少、变小(即輸导能力的变小)等等。同时在密植后所引起的光强度的变化,不单是通过光合产物的物質基础起作用,而且还会直接地对植株生长有影响。这表現在,在高度密植情况下,因为光弱,細胞的伸长程度加大了,机械組織极度不发育。根据上述的結構和机能統一的原理。这些器官結構的显著变化,必然会反轉

去影响小麦的生理机能。我們認為我們在冬小麦方面所测定不同密度下,地上部单株干重的增长速度(見表33),很好的說明了这个

表 33 冬小麦不同密度植株叶面积及地上部干重增長情况

播 种 量 (斤/亩)		50	134	240	400
主茎叶面积 (厘米 ²)	4月2日拔节初	18.6	14.5	17.0	18.6
	4月16日拔节期	36.1	30.6	18.8	22.3
植株主茎	4月2日拔节初	5.60	4.72	3.40	5.00
地上部干重	4月10日拔节期	8.40	6.20	7.00	4.90
(50株)(克)	4月16日拔节期	11.90	9.00	8.10	6.90

問題。表內数据指出,在高密度下,单株干重的增长的速度比低密度的小,而且随着时间的进展差异越来越大。我們認為产生这种现象的原因主要不是由于外因,因为这时各密度間的光强度的差异不是越来越大,而是越来越小(見表34)。因此,主要是由于內因的作用,这些內因是:第一由于进行光合作用器官的变小;第二由于根系变小引起吸收机能的减弱;第三由于輸导面积变小引起輸导机能的降低。結構和机能的相互影响是錯綜复杂的。生理活动的不利,如光合效率的降低,使得器官結構变小变弱。器官結構的变小,又影响生理机能的降低。生理机能的降低,又影响器官的形成等,这样循环往复,以致弱的植株愈来愈細弱。我們認為这就是为什么在高密度下其植株在后期的生长愈来愈坏,以致发生停滯和死亡的根本原因。

表 34 冬小麦株間光照强度(千米燭光)

播 种 量 (斤/亩)		50	134	240	400
拔 节 期	株 間 地 面	2.1	0.5	0	0.5
	株間 1/2 高度	4.2	2.3	3.2	0.6
拔节后期	株 間 地 面	1.6	0	1.3	0.8
	株間 2/3 高度	14.4	11.0	10.6	16.2

在高密度下,植株莖稈变得細小,机械組織极度不发达,其后

果是很明显的,那就是在这种情况下发生的严重倒伏。我們对不同密度植株的抗折断力的测定結果也說明了这点(見表35)。

表 35 播种量对小麦抗倒伏性能的影响(春小麦南大2419)

播 种 量 (斤/亩)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	500
抗 折 断 力 (克)	143.3	104.6	68.0	43.8	46.4	54.0	22.0	22.0	18.8	8.7	4.0	1.3	0.1

注: 所测定的为主茎的抗折断力。

从所叙述的資料可見, 密度增加后所引起的植株生长发育的抑制和衰退, 并不是簡單直綫式地下降。資料指出(見表36, 图 6),

表 36 春麦不同播种量植株发育和产量关系

播 种 量 (斤/亩)	20	30	40	60	90	100	150	250	500
主茎叶面积 (厘米 ²)	84.1	85.1	127.3	92.7	78.5	—	—	—	—
单株根系干重 (克)	0.0974	—	0.1208	—	—	0.0647	—	0.0584	0.0198
維 管 束 数 目	41.7	—	45	40.1	—	37.7	—	26.1	21
产 量 (斤/亩)	476	554	631	503	568	577	564	436	412

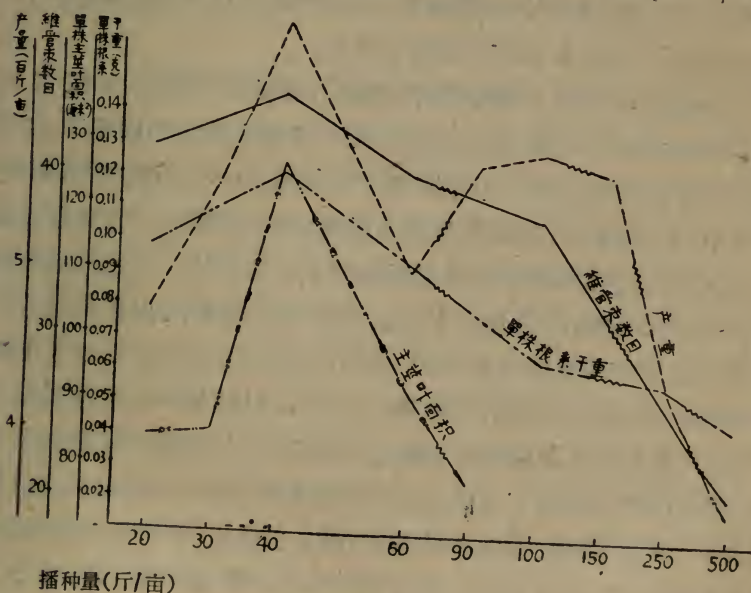


图 6 不同播种量植株发育和产量的关系

每亩40斤播种量的，其光合面积(叶子)、吸收面积(根系)和输导面积(维管束数)发育得最好，每亩40斤播种量的产量是试验密度中最高的。这些资料说明这些器官的良好发育，便对生理机能起了积极的作用。既然植株的发育和产量有如此明显的关系，那末在考虑种植密度时，就必须保证器官结构有良好的发育条件。

(四)从分蘖和主穗的关系上看合理密植 小麦是具有分蘖特性的作物，因而有人认为应尽量发挥其分蘖特性，主张少播种，产量主要从分蘖穗上去获得。这就是所谓“分蘖论”。又由于主穗比分蘖穗大，因此有人主张应尽量提高主穗率产量，因而主张提高播种量这就是所谓“主穗论”。从1958年冬以来的情况看，这两种看法都有它的片面性。经验证明，企图从单穗上去获得较大的主穗产量显然是行不通的，因为在这种情况下，引起了主茎的变弱和衰退，因而产量降低；另一方面，播种量过小，则单株分蘖数太多，在一般情况下后期营养无法满足它的需要。已有的分蘖不能巩固，因而有效分蘖不多，这样，每亩的总穗数就不够多，因而也不能获得高产。这点，也可以从我们春麦密度试验中看出。

我们认为，现在来讨论这个问题时，必须从下面这个前提出发，即1959年的小麦栽培结果证明，在一般较好的大田情况下，获得较高产量的是每亩50—60万穗。既然每亩是50—60万穗较好，那末，在其中是主穗多好，还是分蘖穗多好呢？由于主穗生产力比分蘖穗大，因而很显然，尽量在其中提高主穗率是恰当的。因此每亩播种量不能是10—20斤，因为它不能达到较高的主穗率。但是不是可以将播种量提高到保证每亩有50—60万个基本苗的程度（如以出苗率为70—80%计，则每亩播种50斤上下），从而使一个单株获得一个穗子（主穗）？从试验结果和调查的资料看，这个播种量是高了一些。因为在这种情况下会使植株间郁蔽程度过大，其最明显的结果是徒长，机械组织的发育被减弱，因而易于倒伏，使产量不能保证。因此我们认为，保证单株在冬前有2—4个分蘖，返青后维持这个数字或稍为增多，最后平均每株有1.5左右的穗子较为适宜。调查资

料和試驗結果指出：每亩30—40斤播种量的，在一般較好的条件下表現了这种情况。我們春麦密度試驗中获得較高产量的每亩40斤播种量即属于此种情况。

我們認為这种范围的分蘖数(2—4个)具有它的合理性，因为沒有分蘖的单株是不好的，它是植株衰退的表現。分蘖和次生根是相联的，有一定数量的分蘖，方有一定数量的次生根数。分蘖內的物質在生前是不是能轉移到主莖內去，現在还没有依据去作出結論，但在分蘖死了以后，分蘖上的次生根会为主莖服务(吸收)，看来是沒有問題的。这样說来，是不是分蘖愈多愈好呢？不，不是这样，分蘖过多，会使单株营养分散，加大株間的郁蔽度，显然是不好的。因而单株分蘖数既不能太少，也不能过多。每亩30—40斤播种量的一般具有2—4个分蘖，到最后一般达到50万穗左右，获得較高的产量。这表明，在这种情况下，分蘖和主莖的关系达到了它的合理性，这种合理性促使該播种量获得較高的产量。

由此可見，在确定播种量时，必須考虑到分蘖和主莖的合理关系。

(五)对1959年秋播冬小麦播种量的意見 我們在前面不断地談到，每亩40斤播种量的获得了較高的产量，而且其植株的器官結構、主莖和分蘖的关系，都得到了較好的发育，表現了它的合理性。这么看来，是不是我們認為最适宜的播种量就是每亩40斤呢？我們的回答是，不完全是这样。因为調查的資料和試驗的結果都表明，每亩40斤播种量的虽然在一定条件下，获得了較高的产量，但它已到了上限，处在临界綫上的数量，显然具有它的不稳妥性。事实也是如此，有的試驗結果表明，每亩40斤播种量的产量比其密度低的低。因此我們認為：在北京地区，在技术和肥力水平較好的条件下，可以每亩播种40斤，但在肥水中等的一般大田条件下，播种量以低于40斤为好，即30斤左右，当然，随着各地肥土和技术水平等条件的不同，播种量就应当有适当的改变。

以上关于合理密植的植物学基础的討論，只是根据我們1959

年所进行的极有限的試驗,和北京地区的一些調查資料而作的。所得的結論和看法只能看作是一些初步意見, 这些結論和意見尙待更多的資料再加以修正和改进。

河南省小麦合理密植問題

北京农业大学下放队河南大队

一 一般情况

我校下放队河南大队根据学校党委所提出的大力开展总结农民生产经验的精神，组织了全队的农学、土化两系师生45人，与河南省农林厅合作，对全省小麦丰产经验进行了系统总结。从出发至总结结束共历时55天。工作地点分布在河南省6个专区14个县，即信阳专区的西平，遂平，上蔡；开封专区的鄆城，項城；新乡专区的孟县，新乡；洛阳专区的偃师，渑池，临汝；南阳专区的鎮平，唐河；許昌专区的西华，襄城。調查基点26个，調查田块521块。每一調查田块选取0.5—1.0平方米的样段3—5个，共取样1,800多个。实地調查与訪問农民是相輔进行的。全部調查訪問資料可以較正确的反映河南省的丰产方、丰产片的概貌。

根据調查訪問資料来看，去秋(1958—1959年)播种时播种量一般在每亩25—35斤的范围内，比1957—1958年的播种量(18—20斤/亩)增加了7—15斤。有些試驗研究机关(也包括群众性的研究机关)和农場的生产田，其播种量一般又較公社生产队为高。

从每亩株数来看，所調查各点变化在10—50万的巨大范围之内，但一般多集中在25—35万株的范围内，平均为29.7万。而土質較差生产水平較低每亩产量在100—200斤的地区，如孟县陵上，一般每亩株数在15—20万之間。

从每亩有效穗数来看，所調查各点，变动在12—80万的范围之内，一般集中在30—45万之間，平均为35.5万。

穗粒重的变化亦很大，所調查各点大致变化在1.20—0.12克之間，平均为0.64克(即約合每780个穗可获一斤种子)。

調查地区的平均每亩产量为452.8斤，較1959年全省平均产量(187.2斤)高出265.6斤。可以看出所調查的各点資料只能代表河南省較高生产水平的丰产方、丰产片的一般概况。因此总结的有关密度問題的意見，恐难于正确反映河南省的一般生产情况。

現將18个地区的457块麦田所調查的有关密度及产量因素材料的平均数列于表1。

表1 全省18个地点所选457塊麦田的播种密度与产量因素(平均数)

	有效穗 (万/亩)	株 数 (万/亩)	单株有效 分 蘖 数	总 分 蘖 (万/亩)	每穗粒重 (克)	千 粒 重 (克)	产 量 (万/亩)
平均	35.47	29.69	1.19	73.19	0.64	31.4	452.82

表2 播种量与每亩株数的关系(各点平均)

地 点	調查田块数	播 种 量	每亩現有株数	推算的成株率%①
南阳 鎮平小麦院	38	70	48.8	46.5
信阳 遂平刘庄	51	45.2	—	—
新乡 孟县城关	32	33.8	30.25	59.0
洛阳 临汝	33	39.4	41.1	69.0
許昌 西华	15	38.66	—	—
开封 鄆城	7	36.43	—	—
信阳 西平	—	35.0	29.70	57.0
洛阳 偃师东寺庄	15	34.38	27.70	53.0
洛阳 瀍池	14	31.5	29.82	66.5
洛阳 偃师南方庄	18	27.6	27.23	65.6
新乡 孟县城伯	19	27.35	32.4	66.7
新乡 新乡	10	27.34	28.43	69.2
开封 項城	107	25.88	—	—
南阳 唐河沅沱	13	25.73	19.84	51.5
开封 鄆城	14	24.70	—	—
許昌 襄城	44	21.22	25.11	79.0
南阳 鎮平一般大田	8	19.5	16.4	56.0

① 假定以每斤种子为1.5万粒計而进行推算者。

二 播种量与每亩株数

构成单位面积产量的主要因素是每亩的有效穗数和穗粒重(包括每穗粒数和千粒重两个因素)。从理論上說,当其中某一方增大时,則单位面积产量可以随之增加。近年来在我国小麦栽培上的以增加每亩播种量为中心的“密植”措施,其目的即在于使每亩达到丰产所必要的有效穗数。从理論上可以肯定,每亩株数的多少,可以直接影响最后的每亩有效穗数的多少;而播种量的多少,又直接左右着每亩出苗数和成株数(即每亩株数)。因此,在一定范围内,播种量愈多,則每亩出苗数或成株数也将随之增多,因而最后的每亩有效穗数也必然有所增多。从我們的調查資料中可以看出,这一假定是正确的。

由表2可以看出,在一般情况下,当播种量增多时,每亩株数相应有所增加。由表中也可看出,保証每亩株数的增加,除增加播种量外还必须注意提高成株率的問題。这点应引起极大重視。保証每亩株数决不能只單純的凭借增加播种量一个因素,必須密切注意提高种子的发芽率,以及提高播种前整地質量及播种質量等。

在所調查的地区中,一般成株率較高者为70%,有些地点成株率过低,如南阳的唐河鎮平。因此,在提高种子的发芽率和出苗率方面必須給以极大重視。1958年秋播种时,一般整地質量有所降低,例如在整地質量較好的孟县,1958年亦較往年的質量为低(原有耙地14—16遍的习惯,而1958年在深翻后最多只耙到6遍)。可以看出單純增加播种量而不同时考虑如何提高种子的貯存保管質量和采取增加出苗率的各項措施的做法,是不正确的。特別值得注意的是鎮平候砦小麦院的1,000亩麦田,根据他們所談的70斤播种量計算(假定每斤种子1.5万粒)。最低成株率为35%最高者也只有56.3%。如果所反映的播种量是正确的,那么可以肯定这一情况的造成是由于在播种时的整地質量太差或种子的发芽率过低,以及其他管理如防治地下害虫等措施沒有做好所致。

三 每亩株数与有效穗数

每亩株数的多少,直接影响到单株营养面积,因此增加每亩株数,除直接左右每亩的有效穗数的增多以外,还大大影响着单株的发育。即每亩株数增加时,单株总分蘖数及单株有效分蘖数,随之减少,同时单株的每穗粒重也随之减少。

一般由于株数增多的速度远远超过因株数增多时所引起的单

表 3 南陽專區調查點資料彙總

地 点	田 块 数	原 播 种 量 (斤/亩)	有效穗 (万/亩)	株 数 (万/亩)	单株分 蘖 数	每 穗 粒 重 (克)	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	备 考
鎮平小麥院 1,000 亩	7	70	31.4	36.6	1.10	0.67	30.8	419.1	
	6	70	39.3	43.7	1.11	0.67	31.2	526.4	
	8	70	41.5	48.1	1.11	0.46	29.8	382.8	
	9	70	42.4	53.0	1.07	0.46	29.5	389.8	
	8	70	48.5	59.1	1.01	0.48	30.6	459.8	
平均	38	70	40.95	48.8	1.08	0.536	30.4	432	实产500斤
小麥院附近的一般田	1	35	32.2	23.9	1.39	0.93	35.4	597	
	1	35	29.9	25.1	1.33	0.65	31.6	372	
	1	20	16.9	15.3	1.10	0.41	28.4	138	
	1	18	29.1	27.3	1.15	0.808	33.2	467	
	1	15	14.5	7.7	1.86	0.584	34.0	169	
	1	15	17.9	8.1	2.2	0.63	35.8	238	
	1	12	21.7	13.8	1.6	1.18	38.2	512	
	1	16	10.7	10.1	1.07	0.69	32	148	
平均	8	19.5	21.6	16.4	1.46	0.735	33.6	330.25	
唐河沅沱 100 亩	3	21	18.1	13.4	1.29	0.94	38.3	381.5	
	3	22.5	21.41	15.55	1.36	0.87	34.7	392.6	
	3	24	23.41	21.18	1.12	0.79	35	410.9	
	4	28	26.99	26.89	1.1	0.81	36	479.3	
平均	13	25.73	23.06	19.84	1.295	0.848	36	421.0	

株有效穗减低的速度，因此增加株数的最后结果还是使每亩有效穗得以增加。

从六个专区调查材料的汇总结果来看，都清楚地表示出这一趋势，如表3至表8所示。这些表都是将各地资料依每亩株数的多少排队归类而成的。

表 4 信陽专区调查材料汇总

地点	田块 号数	原 播 种 量	有效穗 (万/亩)	株 数 (万/亩)	单株分 蘖 数	每 粒 穗 重	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	备 考
遂 平 壠 研 山	2	19.5	14.2			0.8	28.1	226.9	
	4	26	18.57			0.51	26.47	187.8	
	13	29.3	22.87			0.57	28.18	262.2	
	8	34	27.62			0.51	25.68	276.4	
	8	30	32.15			0.59	30.44	382.3	
	5	58	37.05			0.33	26.5	247.0	
	3	80	44.7			0.37	25.34	330.6	
	4	45	49.11			0.34	26.27	332.7	
	4	53	54.2			0.40	25.42	433.5	
平均	51	45.9	28.59			0.506	27.31	342.6	
上 蔡	2	43.5	29.86			0.87		518.7	
	6	57	38.79			0.74		576.2	
	6	61.6	41.87			0.79		536.1	
	3	50	49.82			0.74		709.3	
平均	17	60.06	40.77			0.767		578.3	

表 5 洛陽專區調查材料彙總

地点	田块数	原播量 (斤/亩)	有效穗亩 (万/亩)	株数亩 (万/亩)	单株有 效分蘖	每亩总 分蘖数	穗粒重 (克)	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)
偃 师 南 才 庄	1	13	26.7	13.4	2.00		1.02	34.35	483
	1	26	28.9	17.8	1.56		1.28	36.7	645
	5	26.8	30.66	21.1	1.53		0.75	31.43	448.4
	3	30	31.1	26.77	1.17		0.77	34.4	445.3
	3	30	37.9	30.9	1.28		0.70	32.28	473
	4	28.5	40.75	35.1	1.17		0.74	32.8	545
	1	30	40.0	40.0	1.00		0.59	31.2	455
	平均	27.6	34.7	27.23	1.34		0.778	32.69	486.6
东寺 庄 五亩 硖滩	6	31.3	30.2	22.2	1.36		0.83	31.4	483.5
	4	34.0	36.35	27.85	1.29		0.65	30.8	473
	5	38.4	37.4	32.16	1.17		0.57	29.6	429
	平均	34.4	34.78	27.2	1.30		0.69	30.5	462.5
瀾池 千秋 公社	3	19.5	19.22	18.1	1.06	36.1	0.88	34.07	313.9
	4	28.8	28.63	26.6	1.06	41.3	0.79	35.15	314.4
	4	32.5	29.6	32.7	0.90	47.5	0.73	32.85	320.1
	3	46.0	39.2	42.0	0.95	74.8	0.87	33.94	391.9
	平均	31.5	29.15	29.82	0.99	49.1	0.81	34.0	339
临 汝	4	87.5	86.3	86	1.03		0.35	—	542.2
	4	46.5	60.2	56.1	1.07		0.42	30.6	503.8
	3	44.3	56.8	50.8	1.20		0.52	35.4	598.2
	7	31.5	43.9	35	1.27		0.46	33.4	398.5
	8	26.0	39.8	32	1.33		0.67	32.8	474.9
	7	28.0	26.9	19.3	1.38		0.69	35.2	347.4
	平均	39.4	47.5	4.1	1.11		0.54	33.4	455.8

表 6 新乡专区各点资料汇总

地名	田块数	原播种量 (斤/亩)	有效穗数 (万/亩)	每亩株数 (万)	单株分 蘖数	每亩总分 蘖数(万)	穗粒重 (克)	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)
孟 县 城 关 乡	3	29.6	31.8	19.8	1.605	71.77	0.742	33.3	474.3
	7	30.1	27.44	23.61	1.58	78.17	0.731	33.6	548.78
	8	35.3	40.66	27.96	1.46	77.86	0.63	32.6	491.4
	7	32.3	41.66	32.47	1.29	80.63	0.68	34.9	572.88
	3	33.3	42.43	37.06	1.12	118.51	0.51	33.1	429.4
	4	43.0	51.45	45.22	1.14	123.95	0.53	32.2	545.3
	平均	33.8	40.86	30.25	1.35	87.56	0.64	33.5	519.38
孟 县 城 伯 丰 产 方	3	28	39.3	19.5	2.01	120	0.586	33.52	486.6
	3	24.33	24.3	23.2	1.05	77.6	0.58	30.2	287.1
	4	26.75	33.3	29.7	1.12	75.8	0.57	31.72	361.8
	3	27.33	43.7	37.0	1.18	120	0.51	33.03	448.6
	5	28.8	44.2	42.4	1.04	82	0.42	32.72	370.0
	1	28	45.7	46.4	0.99	102.1	0.28	33.6	255.0
	平均	27.35	38.10	32.4	1.24	88.1	0.50	32.3	384.0
赵 和	1		17.8	16.1	1.11		0.83		296.3
	1		22.6	17.8	1.14		0.66		301
	1		18.5	18.9	0.98		0.16		60.7
	1		24	23	1.01		0.51		252.7
	1		24.5	24.2	1.10		0.32		156.0
	1		31	26	1.14		0.88		541.6
	1		28	26.6	1.1		0.82		456.0
	平均								
新 乡 合 河 大 队	2	22.7	28.6	17.5	1.63	55.13	0.66	36.1	383
	4	27	40.3	25.8	1.51	92.6	0.41	32.6	591
	3	28	38.7	32.3	1.21	74.17	0.57	34.1	476
	1	26	47.2	49.2	1.00	91.16	0.67	36.7	572
	平均	27.34	38.37	28.43	1.39	79.31	0.534	33.44	523

表 7 开封专区调查材料彙总

地点	田块数	原播种量 (斤/亩)	每亩有效 穗(万)	株数 (万)	单株有效 分蘖	每亩总分 蘖数	穗粒重 (克)	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)
开 封 鄆 城 宜 路	3	24	17.68			85.03	0.46	22.3	164.6
	6	24.6	29.41			34.85	0.53	23.4	304.0
	4	27.3	36.31			36.31	0.53	24.0	375.8
	1	28	42.25			48.84	0.76	24	642.3
	平均	24.7	29.07			47.02	0.53	23.38	318.8
	2	40	32.78			86.62	0.83	33	548.9
	2	27.5	34.04			40.63	0.80	33	546.6
	1	40	42.73			59.94	0.91	33	778
	2	40	74.12			84.87	0.54	34	797.6
	平均	36.43	46.37			70.59	0.75	33.28	652.6
項 城 范 杰 公 社 2,599 亩	13	20	16.04				0.76	24.16	244.4
	41	22	22.75				0.71	29.22	321.2
	9	26	25.4				0.655	33.3	332.6
	16	36	26.57				0.68	31.2	362.4
	12	36	29.85				0.62	35.6	369.8
	8	35	33.18				0.76	36.0	514.98
	5	35	35.56				0.71	35.6	509.7
	3	35	48.31				0.538	28	515.1
	平均	25.88	24.6				0.695	30.74	353.5

表 8 許昌专区调查材料彙总

地点	田块数	原播种量 (斤/亩)	有效穗 (万/亩)	株数 (万/亩)	单株有效 分蘖	总分蘖 (万/亩)	每穗粒重 (克)	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)
西 华 黄 泛 农 場	5	40	71.6			105.9	0.51		792.8
	4	44	51.17			92.5	0.52		469.4
	3	36	40.0			114.7	0.75		559.2
	3	32	22.7			39.4	1.21		547.3
	14块 平均	38.66	50.05			90.7	0.717		610.85
襄 县	10	27	24.1	12.1	2.01		0.78	30.8	370.5
	19	22	26.2	19.9	1.38		0.65	31.1	386.0
	11	23	37.0	37.2	1.12		0.58	31.9	415
	2	23	47.6	41.5	1.35		0.61	32.0	568
	2	24	58.8	56.8	1.04		0.47	33.4	550
	44块 平均	21.22	28.6	25.11	1.44		0.652	31.37	405.45

为了进一步说明当每亩株数增加时所引起的单株有效穗数的变化情况,可以用表 6 中孟县城关乡的資料为例,将该部分的数字单独列成表 9。

表 9 每亩株数增加后单株和群体的产量有关性状的变化

点	株/亩(万)	单株 总分蘖	总分蘖 (万/亩)	有效穗单株	有效穗 (万/亩)	穗粒重(克)	产量(斤/亩)
3	19.80 100%	3.62	71.13	1.605 100%	31.80 100%	0.742 100%	474.30 100%
7	23.61 119%	3.3	78.17	1.58 98%	37.44 117%	0.731 96%	548.78 115%
8	27.96 151%	2.78	77.86	1.46 91%	40.66 128%	0.63 85%	491.40 104%
7	32.47 163%	2.48	80.63	1.29 80%	41.66 131%	0.68 91%	572.88 121%
3	37.06 190%	3.15	118.51	1.12 69%	42.43 132%	0.51 69%	429.40 87.3%
4	45.22 228%	2.76	123.95	1.14 71%	51.45 162%	0.53 71%	545.30 115%

表 10 每亩株数 (x) 与每亩有效穗数 (y) 相关表

x \ y	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62
8	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	
11	13	1	1												
15	17	1	1	5	1										
19	21		3	3	2										
23	25	1	5	5	5	12	1								
27	29		1	4	9	2	7	3							
31	33		1	1	3	7	8	4							
35	37				3	9	8	9	11						
39	41				3	4	3	9	13	9					
43	45				1		3	3	2	6	3	1			
47	49					1	3	3	2	2	5	6	1		
51	53						1	1	2	4	2	4	1		
55	57									1	2	3	2	5	
59	61											2	2	2	4
63	65											1	1	2	3
69															

每块麦田为 3 个 1 平方米样段的調查結果的平均，部分麦田为 1 平方米調查結果。

由表9可以看出，当每亩株数增加19%时，单株有效穗数只减少 2%，而当每亩株数增加51%时，則单株有效分蘖率减少 9%，当株数增加 63%时单株有效分蘖只减少 20%。由于株数增加的速度較快而单株分蘖数减少的速度較慢，因而最后每亩的有效穗数仍然因每亩株数增加而增加，所以应该肯定，在一定限度內增加每亩株数后是可以引起每亩有效穗数的增加。各地調查材料都鮮明的証实了这点。

为了更具体的反映全部調查材料的每亩株数与每亩有效穗数之間的关系，我們將全部調查材料按每亩株数与每亩有效穗数列成相关表(表10)并根据相关表求出直綫迴归方程式。

根据相关表計算出全部調查材料的每亩株数与每亩有效穗数的直綫迴归方程如下：

$$y = 12 + 0.88 X$$

方程式中的 x 为每亩株数(万/亩)， y 为每亩有效穗数(万/亩)。

从上述公式可以計算出全部調查材料，由于每亩株数的变动所引起的每亩有效穗数及单株分蘖数的变化平均数值(表11)。

由表11中可以看出，当每亩株数由10万株增加至20万株时，則单株有效分蘖数由2.08迅速减少为1.48，即减少28%。而每亩株数由20万株增加至50万株时，則单株有效分蘖即由1.48减少为1.12，即减少17.5%，而每亩有效穗数則几乎是按每亩株数的增加成比例增加，即大約每增加10万株則每亩有效穗数增加約43%。

从表中数字可以看出当每亩具有10万株时，則平均每亩有效穗数为20.8万，单株有效分蘖2.08个；当每亩具有20万株时則平均每亩有效穗数为29.6万，单株有效分蘖为1.48个，依此类推。必須指出，从調查資料中所归納出的这种規律，只能做为一般情况的平均数字。在生产实际中經常会由于栽培管理水平的优劣，而引起每亩株数与每亩有效穗数之間巨大变化。

表 11 根据 $y=12+0.88x$ 公式計算出的各項数字

x	y	
每 亩 株 数	每亩有效穗数(万)	单株有效分蘖数
10	20.80	2.08
12	22.56	1.88
14	24.32	1.73
16	26.01	1.63
18	27.84	1.54
20	29.60	1.48
22	31.36	1.43
24	33.12	1.38
26	34.88	1.34
28	36.64	1.31
30	38.40	1.28
32	40.16	1.25
34	41.92	1.23
36	43.68	1.21
38	45.44	1.19
40	47.20	1.17
42	48.46	1.16
44	50.72	1.15
46	52.48	1.14
48	54.24	1.13
50	56.00	1.12

表 12 每亩株数相近的麦田因施肥量不同所引起的有效穗数的差异

每 亩 株 数(万)	每亩有效株数(万)	施 氮 总 量(斤/亩)
32.4	36	8.0
32.2	41.7	15.3
33.7	41.5	27.0
23.1	36.5	10.5
23.3	38.5	17.4
24.4	37.8	21.4
23.8	41.1	23.7
24.1	40.1	27.0

表 13 前茬不同及施肥量不同对增加每亩有效穗的作用

(唐河沅沅公社調查資料)

株数/亩		每亩有效穗(万)	每亩产量(斤/亩)	千粒重(克)	基 肥	追 肥	浇 水	整 地
晚 紅 葵	15.1	15	111	25.0	—	12月土粪7,500斤	—	一犁三耙
	15.51	18.41	460.7	38.8	—	12月土粪7,000斤 2月土粪10,000斤 3月初饼肥80斤	—	翻地0.8—1尺
	16.05	30.73	606.12	40.4	土粪10,000斤	同 上	—	翻地1尺
高 粱	27.1	28.55	514	36.7	土粪 8,000斤	12月饼肥80斤, 12— 1月人粪尿4,300斤	11月一水 2月初一水	—
	26.26	32.3	570.2	34.6	土粪 8,000斤	12月饼肥80斤, 12— 1月尿4,300斤, 1— 2月人粪尿4,000斤	11月灌一水	—
	20.35	21.78	358.8	34.8	—	12月土粪7,500斤 1月下旬饼肥90斤	—	—
瓜 茬	20.5	25.7	572	39.1	—	12月土粪7,000斤, 3月初饼肥80斤, 2月土粪10,000斤	—	—
	22.7	22.75	301	31.1	粒肥 200斤	12月土粪7,500斤	—	翻地6—7尺
	21.1	27.85	542	38.0	土粪厩肥 3,000斤 芝麻压	1月中旬厩肥5,000斤 3月初麻饼30斤	—	—
晚 黃 豆	11.23	12.73	298	38.9	—	12月土粪7,500斤	—	翻地0.8—1.2尺
	10.8	18.3	353.8	37.9	5,000斤	11月初土粪3,500斤 1月上土粪3,000斤 2月下土粪3,500斤	—	翻地6—7尺

例如，在各地都发现很多麦田其每亩株数虽然相近，但每亩有效穗数相差却很大，这是不难理解的，因为当株数相同时，如果单株有效分蘖率高，则必然使每亩有效穗数增加，单株有效穗的多少，除受每亩株数（单株营养面积）的影响外，还受栽培条件（特别是施肥、灌水）的影响（表12、13）。

由表12可以看出，株数相近时增加施肥量（特别是基肥及返青前的追肥）可以大大增加每亩有效穗数。根据试验证明，追肥在小麦出穗前65天左右时发挥作用，可以增加单株总分蘖率，而在出穗前55天左右发挥作用，则可增加单株有效分蘖率，特别是出穗前45—55天时发挥效用，可以大大减少单株无效分蘖率。

土质的肥瘦、前茬的不同等亦能在很大程度上左右单株有效分蘖率的高低，表13清楚地指明了这一点。

总之，决定每亩有效穗数的多少，除每亩株数的因素之外，还有那些足以影响单株有效分蘖率的一切栽培条件。

四 每亩有效穗数与产量的相关

构成每亩产量的因素可以用如下公式表示：

每亩产量 = 每亩有效穗数 × 每穗粒重。

当每穗粒重不变时，则每亩有效穗数愈多产量愈高。实际上这两个因素是密切相关的，当每亩有效穗数增加时，每穗粒重随之减少。所说的合理密度，就是要在一定的生产条件下将有效穗数增加到一定水平，而同时使穗粒重减少得最少，借以取得高产。

根据各地调查材料来看，在每亩有效穗数迅速增加时，穗粒重的减少较为缓慢（表3—8）。

从各表中可以看出，穗粒重减小的速度远远慢于每亩有效穗数增加的速度。

表9的数据表明，当每亩有效穗数增加17%时，则穗粒重只减轻4%；有效穗数增加28%时，穗粒重减轻15%；有效穗数增加32%时，则穗粒重减轻31%。全部调查资料都证明了每亩有效穗数

的多少直接左右了穗粒重，因此在考虑增加每亩有效穗数时，必须考虑到它对穗粒重的影响。这点在实践中是极为值得注意的问题。

(一)保证每亩达到一定有效穗的途径 保证每亩达到一定的有效穗数是提高每亩产量的关键之一，而取得每亩达到一定的有效穗数则可通过不同的主要途径。一个途径是依靠增加播种量来提高每亩株数，从而使每亩有效穗数增多；另一途径则是依靠单株有效分蘖的提高，从而使每亩有效穗数增多；前者是以增加播种量为主，后者则是以增加单株分蘖率为主。这两种方法是达到同一目的的两个相辅途径，不可强调一方，也不可偏废一方。

表 14

每亩有效穗 数范围(万)	每亩株数 (万)	产 量 (斤/亩)	单株有效 分 蘖	穗 粒 重 (克)	千 粒 重 (克)	点 数
24.6 ↓	20.3	551.6	1.30	0.98	34.7	3
	22.07	381.6	1.19	0.67	31.4	3
27.6	23.75	259.3	1.08	0.46	—	3
28.0 ↑	19.5	542.7	1.32	1.22	25.1	3
	22.9	483.3	1.35	0.77	30.7	3
↓	26.9	450.5	1.10	0.78	35.0	2
	30.8	343	1.00	0.52	29.7	3
31.2	30.8	343	1.00	0.52	29.7	3
32.3 ↓	23.3	588.6	1.49	0.77	33.3	3
	28.4	498.2	1.21	0.70	33.7	6
35.9	36.1	457.2	1.01	0.59	32.1	4
36.4 ↓	22.8	636.0	1.69	0.80	31.0	3
	27.4	549.4	1.38	0.65	32.0	4
↓	31.4	535.2	1.47	0.84	31.4	5
	35.5	402.7	1.22	0.46	33.7	3
39.8	35.5	402.7	1.22	0.46	33.7	3
40.0 ↓	19.2	511.2	2.13	0.62	29.8	3
	25.0	520.1	1.63	0.64	34.0	4
↓	37.8	599.6	1.30	0.68	32.7	8
	37.8	493.0	8.07	0.32	31.2	2
43.5	40.6	420.1	8.02	0.38	29.1	3
45.7 ↓	29.6	579.0	1.55	0.47	30.1	1
	42.2	337.2	1.00	0.40	—	3
	52.2	520.0	0.92	0.51	32.0	1

如前所述，每亩株数增多的速度，一般都远远超过因株数的增多所引起的单株分蘖率的减低的速度，这一基本趋势表示了增加每亩株数对每亩增加有效穗数的直接作用。但是，正如前述，每亩株数的多少还不能完全的最后决定每亩有效穗数，这就充分说明每亩株数的增多，虽然一般地可以使每亩有效穗数增多，但是它还决定于具体的实现条件。反之，每亩株数少时，并不能肯定每亩有效穗数必然减少。因此，改进栽培条件以增加单株有效分蘖数，也是使每亩达到一定有效穗数的重要措施。

根据调查材料证明，在具有同一有效穗数的情况下，当其原来的每亩株数较多时则产量较低，反之则产量亦高(表14)。

可以看出，当每亩有效穗数相近时，则每亩株数较少的麦田，其单株分蘖数较高，穗粒重也较重，这就充分反映出单株营养好坏对于提高产量的重大作用。

不难看出，为了达到一定的每亩有效穗数，既要保证必要数量的每亩株数，也要使单株有效分蘖力得到一定的发挥，这是合理密植的两个相辅的辩证因素。

由表14中可以看出，产量较高(超过每亩500斤)的麦田单株有效分蘖数大都在1.30个以上，而每穗粒重则都不低于0.60克。据此可以初步肯定，分蘖穗数应占主茎穗数的30%，即主穗与分蘖穗数的比约为3:1。当然，这一比值仅仅是根据1959年的调查材料确定的。在不同年份不同条件下，这一比值应该有所变动。一般地说，在下述条件下应适当考虑增加主茎穗的比重：

1. 土质瘠瘦，特别是前期不发芽的土壤；
2. 基肥施量较少，质量较差时；
3. 未施基肥而且年前追肥以及返青到拔节期间追肥数量可能较少；
4. 采用春性较强或分蘖力弱的品种；
5. 晚茬地或茬口较差；
6. 播种期晚等等。

此外,在下述自然条件下必然将引起較多的分蘖:1.秋季雨水比較充足的年份,2.冬季較温暖年份,3.春季升温較快,小麦返青較早的年份,4.返青后雨水較多的年份。

总之,保証每亩达到一定有效穗数的两个辯証因素在任何情况下也不能片面重視某方面而忽略另一方面。为了达到必要的每亩有效穗数,首先应保証具有必要的株数,同时应使单株有效分蘖也得到最大可能的發揮。从調查材料来看,单株分蘖率最好不低于1.30以下。在因增加株数而使单株有效分蘖力降低至1.30以下时,則要考虑减少株数,或者考虑加强增加单株有效分蘖力的栽培措施,不能采取使单株不能分蘖或受到极大削弱的方法来保証每

表 15 每亩有效穗数(x)与穗粒重(y)相关表

x 每亩穗数 (万)		11	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	62
y 穗粒重 (克)	0.16	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	
	0.20														
	0.24														
	0.28								1	1	2	1			
	0.32							1	2	1	2	2	1	2	
	0.36														
	0.40														
	0.48						1	6	1	3	4	4	2	1	
	0.48														
	0.52				5	4	6	8	12	2	1	2	1	2	
	0.56														
	0.60				4	8	9	13	13	3	3	2	1		
	0.64														
	0.68		5	1	12	9	8	8	7	2	4	2			
	0.72														
	0.76		1	3	5	5	4	5	7	2	4	1			
	0.80														
	0.84	1		2	5	8	4	4	5						
	0.88														
	0.92			5	9	7	1	2	4						
	0.96														
	1.00				1	1	1								
	1.04														
	1.08			1	1	3									
	1.12														
	1.16			1	1										
	1.20														
	1.24			2											
	1.28														

亩有效穗数或与株数同数的有效穗数的做法，因为这样就大大地限制了单株的生长发育，对增产是不利的。

(二)每亩有效穗数与穗粒重的关系 保证每亩有一定有效穗数，仅仅是取得丰产的第一步。在一定有效穗数的基础上，实现丰产的问题应该认为是合理密植的第二个关键。如前所述，当每亩有效穗数增多时，则穗粒重即相应减轻。为了具体的说明调查资料中每亩有效穗数增加与穗粒重减轻的相互关系，仍将全省的调查材料按每亩有效穗数及穗粒重制成相关表(表15)，并根据相关表计算出每亩有效穗数及穗粒重之间的直线回归方程：

$$y = 0.99 - 0.10x$$

方程中的 y 为穗粒重(克)， x 为每亩有效穗数(万/亩)。根据方程式可以计算出每亩有效穗数与穗粒重之间的变化的平均数值(表16)。

表 16 根据 $y = 0.99 - 0.10x$ 计算出的各项数值

每亩有效穗数(万)	穗 粒 重 (克)
15	0.84
17	0.82
20	0.79
22	0.77
25	0.74
27	0.72
30	0.69
32	0.67
35	0.64
37	0.62
40	0.59
42	0.57
45	0.54
47	0.52
50	0.49
52	0.47

由表16中可以看出，每亩有效穗数的增加，明显地使穗粒重减

輕，在每亩具有15万有效穗数时，穗粒重为0.84克，在每亩穗数为20万时，穗粒重为0.79克。总之，有效穗数的增加，使每穗粒重几乎是按照一定比例相应减少。

但是，在調查資料中可以发现每亩有效穗数虽同，但由于土質、前茬、施肥、灌水等栽培管理的不同，使得每穗粒重相差很大，因而其最后的产量差异也极为显著的情况。

提高穗粒重的主要途径是提高每穗粒数和千粒重，从調查的資料中說明土壤深翻和合理施肥、灌水等綜合措施对提高千粒重具有极显著的影响(表17)。

表 17 栽培条件和千粒重的关系

田塊号	千粒重 (克)	产 量 (斤/亩)	栽 培 管 理 的 主 要 差 別
21—2	29.5	470.0	深翻1尺；12月15日施棉餅50斤，1月3日施化肥26斤，3月30日施房土6,000斤(共施17.4斤氮)；未灌水。
23	36.1	566.3	深翻1尺，11月8日施房土6,000斤，12月8日施人粪尿6,000斤(共施16.3斤氮)，5月4日灌水。
22	32.2	433.0	施肥同23号田，未經深翻，未进行灌水。

由表中可以看出，深翻、着重年前追肥、灌水等措施对提高千粒重的作用是明显的。冬前追肥的数量对千粒重的影响也是很大的(表18)。

表 18 冬前施肥量与千粒重的关系

冬 前 施 肥 量	千 粒 量 (克)	备 注
小于3斤純氮	32.0	5塊麦田10点平均数
9.6斤純氮	34.1	7塊麦田平均数

此外，在1959年发生较为严重倒伏的麦田，一般千粒量皆低于28克。而一般生长正常者，千粒量皆在32克以上，在調查材料中无一例外。

增加穗粒重的另一途径，是增加每穗粒数。事实証明，基肥、追肥(特别是幼穗分化形成时期的追肥)的合理配合，以及幼穗形成

时期的合理灌水,皆能显著提高每穗粒数(表19—21)。

表 19 返青时期的追肥对每穗粒数的影响

每 穗 粒 数	2月5日以前施氮量 (斤/亩)	返青时施氮量 (斤/亩)	两时期施氮总量 (斤/亩)
26.7	3.2	10	13.2
25.4	17.4	—	17.4
24.0	7.5	3	10.5
22.5	3.9	12	15.9
22.2	17.3	6.9	24.2
20.7	17.0	—	17.0
20.5	30.0	10	40.0
20.5	0.2	4.2	4.4
18.3	9	—	9
18.0	9	—	9
17.8	11.7	—	11.7
17.3	22	3	25
16.3	24	—	24
16.3	16	—	16

表 20 冬前追肥配合返青追肥的效果 (孟县南庄乡沿河大队)

队 别	时 间	种 类	含氮数量 (斤/亩)	增 产%	每穗粒数
四 小 队	—	—	—	0	11.0
五 小 队	{ 11月15日 2月22日	土肥 土肥	18斤 74斤	} 60%	14.0

表 21 拔节前追肥数量的效果 (孟县城伯乡宋庄第六小队)

追 肥 量	施 用 时 间	增产%	每穗粒数	结实小穗数	不孕小穗数	穗长 (厘米)	秆长 (厘米)
大肥110担	3月3日—3月7日	58.4	28.0	13.2	3.3	7.8	118.4
大肥 60担	3月3日—3月7日	16.8	22.2	12.1	4.0	6.3	96.4
0	—	0	16.6	9.0	5.0	5.4	76.3

可以看出,返青时期追肥对增加每穗粒数的作用是明显的。試驗証明,在幼穗分化完成后,小花正在开始发育时期追肥发生效应时对提高每穗粒数的效果最大。一般此时大約是幼穗长达 1 毫米的时期,大約在出穗前50天左右(在河南北部約为 3 月10日前后)。

在施肥总量不增加的情况下，加强此时的追肥量对增加小穗数、每穗粒数的效果最为明显。一般說来，河南省小麦最小穗粒重不应低于0.60克。总之，应用栽培措施提高穗粒重的问题，在提高单位面积产量上具有极其重大的意义，特别为了增加每亩有效穗数而增加每亩株数时，提高穗粒重将对提高产量发生巨大影响。

五 調查合理密度問題

根据全省6个专区14个县的全部調查材料，按每亩施肥量（折成为每亩施氮总量）、每亩有效穗数及每亩产量三个因素进行归类（表22），并根据归类材料繪制成图1。

由图1可以看出，在調查地区当施肥量较少时（每亩施0—10斤氮），为了保证达到亩产400斤的产量，每亩須具有28万上下的有效穗数，但如使每亩有效穗数超过了37万以上，則有开始减产的趋势。因此，可以認為在每亩施氮量0—10斤，每亩具有350—400斤生产能力的麦田，每亩应以保证有28万有效穗数20万株为宜，不可使每亩有效穗数超过37万。这类麦田播种量大約为19斤。

在每亩施氮量为10—20斤时，每亩具有有效穗数32—42万的麦田，表现为最高产。超过45万以上时，即有减产趋势。因此，可以認為在每亩施氮約为10—20斤时，具有每亩400—450斤生产能力的較肥沃的麦田，每亩可保持33万穗、23万株，并以不超过45万穗为宜，这类麦田的播量大約为22斤。

在施氮量为20—30—40斤时，則每亩具有42—45万有效穗，产量为最高，說明增加每亩有效穗数必須在增施肥料的基础上进行。

就目前生产水平及其可能性来看，凡每亩施25斤氮以上有困难的地方，或土壤肥力較差的地区，不宜使每亩有效穗数超过45万以上。

表 22 全省各点調查材料按施肥量及每亩有效穗数順序归类表

每亩穗数 (万)	每亩施氮量 (斤/亩)	田 块 数	每亩株 数(万)	产 量 (斤/亩)	千粒重 (克)	备 考
10	0—10	1	7.7	196	34.0	
	10—20	3	10.8	183	30.1	
15	20—30	—	—	—	—	
15	6—10	—	—	—	—	
	10—20	7	12.9	241.5	34.2	
	20—30	2	14.2	372	32.8	
	30—40	1	15.1	111	25.0	
	40以上	1	15.5	460	38.8	
20	0—10	2	18.1	377.5	35.8	
20	10—20	10	19.4	380.3	34.2	
	20—30	6	17.9	371.5	30.7	
	30以上	6	23.3	347.5	23.6	
25	0—10	2	18.2	428.7	35.3	
25	10—20	6	20.1	299.1	32.6	
	20—30	15	23.3	40.1	34.5	
	30—40	10	34.7	374.3	30.9	
30	10—20	3	22.7	395.0	36.3	
30	20—30	8	26.6	406.1	31.6	
	30—40	10	36.1	474.0	31.1	
	40以上	9	26.1	472.1	34.3	
35	0—10	2	32.4	407.9	33.3	
35	10—20	6	33.7	455.0	32.2	
	20—30	11	34.2	446.0	33.1	
	30—40	12	26.0	444.0	29.4	
40	10—20	6	34.7	485.0	31.0	
40	20—30	4	37.0	501.0	28.7	
	30—40	4	32.0	423.0	35.1	

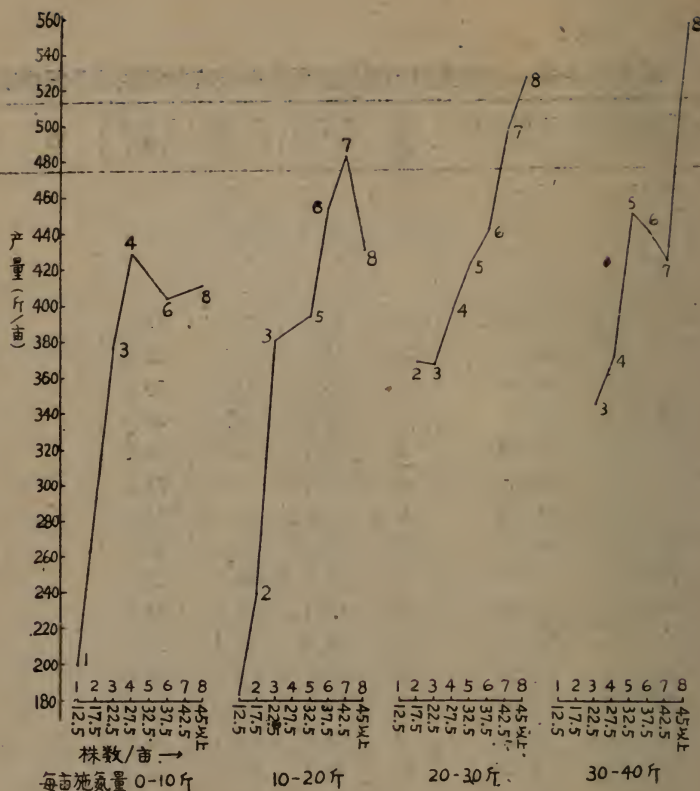


图1 不同施肥量基础上每亩有效穗数与产量的关系(1959年7月)
(18个地区191块麦田调查平均数)

六 关于调查地点合理密度的指标

根据全省调查材料, 计算出每亩株数与每亩有效穗数的直线回归方程, 以及每亩有效穗数与穗粒重的直线回归方程如下:

$$y \text{ (有效穗数, 万/亩)} = 12 + 0.88x \text{ (株数, 万/亩)} \cdots \cdots (1)$$

$$y \text{ (穗粒重, 克)} = 0.99 - 0.10x \text{ (有效穗数, 万/亩)} \cdots \cdots (2)$$

根据上述两方程式, 可以将全部调查材料的每亩株数的变化所引起的每亩有效穗数、每穗粒重及每亩产量的平均变动数值算

出(表23, 图2)。

表 23 根据方程式所算出的各項数值

株数/亩(万)	有效穗数/亩(万)	单株有效分蘖数	穗粒重(克)	产量(斤/亩)
6	17.28	2.88	0.817	288
10	20.80	2.08	0.782	325
14	24.32	1.74	0.747	363
18	27.84	1.54	0.712	395
22	31.36	1.43	0.676	422
26	34.88	1.34	0.641	446
30	38.40	1.28	0.606	465
34	41.92	1.23	0.571	477
38	45.44	1.19	0.536	486
40	47.20	1.18	0.505	487
42	48.46	1.17	0.505	487
46	52.48	1.14	0.465	487
50	56.00	1.12	0.430	481
54	59.52	1.10	0.395	471
58	63.04	1.09	0.360	456
62	66.56	1.07	0.324	432

图2可以看出在每亩株数由6万增加至30万时每亩产量几乎直线升高,由30万株增加到40万株时则每亩产量仅增加20斤左右,约合每亩增加播种量8—9斤(每斤15万粒,出苗率80%计),而每亩增加产量约20斤上下,由于40万株开始,则株数增加产量反而减低,这主要是由于穗粒重大大减轻所引起的。

图2可以看出每亩38万株上下为1959年最高产的密度,而每亩30万株则应认为1959年河南省具有经济效益的合理密度。这时一般单株有效分蘖为1.30个,穗粒重为0.60克(约合835个穗子可收一斤种子)。我们认为这两个数据可以做为衡量所调查各地的合理密度的指标。如果某一地区的穗粒重或单株有效分蘖低于上述指标时,则可认为这一地区现有密度已超过了当时土壤肥力所能负担的密度。反之,如果某一地区的穗粒重或单株有效分蘖高于上述指标时则可认为该地区的密度在当时的肥力水平和栽培条件下

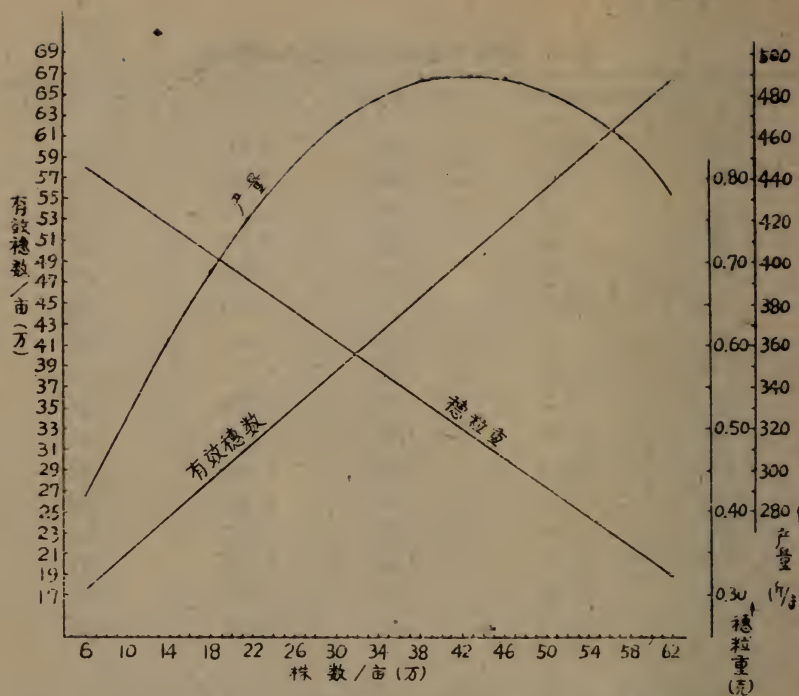


图2 每亩株数与每亩有效穗数、穗粒重、产量之间的关系(1959年7月) (295块麦田的调查材料)

还可以适当增加。

根据以上的分析,对于河南省不同产量水平麦田的合理密度,列表如下(表24)。

七 结 论

(一)种量的多少可以左右每亩株数的多少,但在很大程度上受种子的发芽率、田间出苗率的影响。因此,为了保证一定的出苗数,最重要的是提高种子的保管条件,提高发芽率以及提高田间整地质量,提高田间出苗率等。单纯的以增加播种量来增加每亩穗数的做法,应该认为是片面的。

表 24 各类产量水平麦田应有的株数和穗数

可能达到的 产量水平 (斤)	每亩应保的		要 求 的		播 量 (斤/亩)
	株数(万/亩)	穗数(万/亩)	单株分蘖率	穗粒重(克)	
150	11.2	12.5	1.15	0.60	10—11
200	13.0	15.5	1.20	0.64	11.5
250	15.3	19.5	1.27	0.67	14.5
300	16.5	21.50	1.30	0.70	16
350	17.8	25.0	1.40	0.70	17
400	20.5	28.5	1.40	0.70	19.5
450	23.0	32.0	1.40	0.70	22.0
500	25.6	36.0	1.46	0.70	24.5
550	29.4	39.5	1.35	0.70	28.0
600	32.0	43.0	1.35	0.70	30.5

注：1.每亩播种量的计算，是假定每斤种子15,000粒，其中只有70%达到成株。即成株率按70%计。

2.凡假定条件与实际情况不符时，必须重新计算每亩播种量。

3.因只根据一年的调查资料，表中数字只可供参考。

(二)增加每亩株数时，则单株有效穗数减少。当每亩株数迅速增加时，单株有效穗数的减少速度则远远慢于株数增加的速度，因而每亩有效穗数显著增加，根据调查资料来看，它们之间的直线回归方程式为 $y = 12 + 0.88x$ (y 为每亩有效穗数， x 为每亩株数)。由此可以肯定在一定密度范围内当栽培条件较为近似时，则增加每亩株数可以使每亩有效穗数迅速增加。

增加每亩有效穗数的途径，不能仅仅依靠增加每亩株数的一方面，必须同时注意提高单株有效分蘖力的问题，这就应大大的重视有关提高单株分蘖力的栽培条件，这些条件的基本方面是施肥、灌水等措施的合理运用和配合。初步肯定主穗与分蘖穗大致为3:1的比例较为适宜。

(三)每亩有效穗数的多少，是直接影响产量的因素，在每亩有效穗数有所增减时，由于每株的营养面积发生了改变因而使每穗粒重及千粒重也发生了相应的增减，每亩有效穗数(x)与穗粒重

(y)的直綫迴归方程为 $y=0.99-0.10x$ 。每穗粒数及千粒重除受每亩有效穗数的影响外,它还在极大程度上受栽培条件所左右,这就是在实际中为什么每亩有效穗数相同的麦田还可以在产量上表現有很大差异的主要原因。

(四)增加每亩株数及每亩穗数,是密植的中心問題,这一增加过程是有一定限度的,超出了一定数量范围,不但不能增产,反而减产,同时还浪費了种子。認為使每亩保証有30万株、40万有效穗是較為合理的密度。

(五)根据調查材料,可以認為在目前生产水平下,河南地区可以用单株有效分蘖为1.30、穗粒重为0.60克两个数据作为衡量合理密度的指标。

(六)密植能增产,但不能单纯依靠增加密度,必須配合一定的栽培条件,脱离栽培条件就容易造成仅仅依靠增加播种量企图增产的偏向。

(七)因只有一年的調查資料,一切有关的看法和意見不能認為是适合于一般情况規律。

播种密度对冬小麦生長發育狀況 影响的初步觀察

北京师范大学生物学系

1958—1959年我系搞了一块小麦密度試驗地，由于初次搞这方面的的工作，不論在設計及研究統計方法上都有不少缺点，下面是一些資料的初步整理，供参考。

一 試驗处理

这块試驗地原为生物园工人的丰产試驗田，深翻3尺，每亩基肥用量为垃圾堆肥30万斤、餅肥3,000斤、馬粪5,000斤。密度处理分为每亩125万株、250万株、375万株、500万株、625万株、750万株和875万株7种。小区面积为2尺×28尺，除了每亩125万株和250万株两个处理沒有重复外，其余各有7个重复。品种为碧蚂1号，1958年10月6日播种(撒播)。

二 觀測項目

(一)生長狀況

由表1可以看出：

1. 密度过大，初期表現徒长，植株与叶鞘高度随着密度而遞增；而拔节后密度过大的单株个体由于生育受到严重抑制，所以表現了相反的趋势，即株高随着密度而遞減。

2. 随着密度的增加单株干重显著下降，特別是根系表現更为明显；单株分蘖与次生根数目也遞減，但以超过每亩125万株到250万株下降尤速。

表 1 不同播种密度下株高等的观测比较

观 测 日 期	播 种 密 度 (万株/亩)	125	250	375	500	625	750	875
1958年11月20日	株高(厘米)	12.94	17.99	18.37	19.54	20.00	20.24	22.11
1959年5月1日		86.51	73.48	70.51	65.13	52.92	51.74	41.88
1958年12月16日	叶鞘高(厘米)	3.56	4.45	4.92	4.67	4.99	5.29	5.67
11月20日	单株地上部干重(毫克)	149.67	70.67	63.00	61.33	52.00	43.30	39.30
11月20日	单株根干重(毫克) (2.5 寸土層内)	35.0	4.73	5.00	4.3	3.37	—	3.3
12月16日	单株分蘖数	4.18	1.1	0.5	0.03	0	0	0
12月16日	单株次生根数	4.42	1.5	0.73	0.1	0	0	0
12月16日	分蘖节离地表距离(厘米)	3.54	2.99	2.83	2.76	2.46	2.26	2.02
1959年3月28日及4月9日	返青后总茎数(万茎/亩)①	335.3	490.7	504.2	552.6	620.6	641.2	693.8
5月1日	叶宽(毫米)	1027	850	773	697	675	563	410
5月1日	茎粗(毫米)	723	610	593	527	507	427	373
5月1日	第一节间长度(厘米)	11.02	9.877	10.19	13.48	8.24	10.927	10.613
5月1日	第二节间长度(厘米)	16.55	14.99	14.13	14.11	10.153	9.46	6.686
5月1日	幼穗长度(毫米)	2154	1956	1037	979	708	611	292
5月1日	每穗小穗数	15.64	14.13	13.58	12.71	12.41	12.33	11

① 125万株小区因部分苗子遭受666药害，故返青后茎数可能偏低。

3. 由于密度增加, 下层光照强度减弱, 分蘖节位有向地表上移的趋势。

4. 在防寒条件下(架风障、鋪暖肥), 返青后总莖数仍保持着随密度增多的趋势, 但是叶片、莖稈显著变窄、变細。

5. 在試驗里所有处理都发生倒伏, 各个处理下面节間长度相近, 只是第二节間长度有遞减趋势, 这一情况正与株高相似。

6. 随着密度的增加, 每穗小穗数及幼穗长度都遞减, 但以幼穗长度遞减尤甚。

(二)形态結構

1. 叶表皮及气孔:

1959年3月中旬粗略观察一次, 播种密度愈大, 气孔愈少, 表皮毛愈多, 但在每亩875万株的播种密度下仍可看見气孔。1959年5月28日又观察一次, 密植对气孔分布已无影响, 虽然每亩875万株的較每亩125万株的气孔少些, 但已相差无几(参看表2)。

表2 不同播种密度下叶气孔数目的变化
(每平方毫米气孔数, 1959年5月28日)

不 同 密 度 处 理	下 表 皮	上 表 皮
125万株/亩	100	125
500万株/亩	100	125
875万株/亩	75	100

2. 莖稈机械組織:

1959年4月初粗略观察一次, 結果不明显。1959年4月25日又观察一次, 結果如下:

表3 不同播种密度下莖机械組織的变化

不同密度处理	莖 直 径 (毫米)	維管束处机械組 織厚度(毫米)	机械細胞高 (微米)	机 械 細 胞 长×寬(微米)	机械細胞壁 厚(微米)
125万株/亩	2.5—3	0.1	160	10×16	2.5
500万株/亩	1.5	0.08	320	16×16	1.5
875万株/亩	1	0.06	240—400	16×16	1.2

第二次观察时,植株已经越过早期倒伏,恢复直立,每亩875万株的机械组织也加强了。不过还可以看到过密的植株有细胞壁薄及细胞延长的现象,这样植株支持能力不强。

(三)生长锥分化 关于不同播种密度下生长锥的发育情况,在1958年11月间观察过一次,以后又从1959年3月开始观察到收获;生长锥分化的分期标准是根据库毕尔曼(Ф·М·Куперман)的加以适当修改。

第一期 未伸长期:生长锥宽度大于长度,植株已分十余片叶。

第二期 伸长期:生长锥长度大于宽度,植株已分化第十四片叶(多为剑叶)。

第三期 苞片形成期:生长锥(第一级轴)下部出现节,每节有一苞片原始体。幼苗由匍伏转向直立。

第四期 小穗突起形成期:由苞片腋间形成小穗突起(第二级轴)。

第五期 小花分化形成期:小穗上逐渐形成小花,颖片、稃片、雌雄蕊原基形成及发育。

第六期 花粉粒、胚囊及柱头形成期:雄蕊花丝较短,羽毛状柱头将展开。

第七期 生殖器官成熟期、穗轴和芒长度增长,花丝增长。

第八期 抽穗期。

第九期 开花期。

第十期 受精期。

观察的结果见表4。

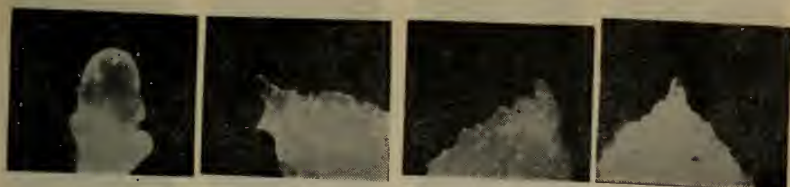
越冬前不同播种密度间生长锥的区别不大。返青后,生长锥之间开始出现差异,每亩875万株的较每亩125万株的分化为迟,从1959年3月12日的材料可以看出,两者相差一个分化期。拔节以后,莖叶生长加快,植株互相遮光,过密植株营养发生问题,所以从1959年4月9日的材料中可以看到每亩875万株的分化得更慢。直

表 4 不同播种密度下主茎生长分化情况(单位: 毫米)

观察日期	125万株		250万株		375万株		500万株		625万株		750万株		875万株	
	长	宽	长	宽	长	宽	长	宽	长	宽	长	宽	长	宽
1958, 11, 24	0.15	0.18 (1)期	0.15	0.18 (1)期	0.15	0.18 (1)期	0.15	0.18 (1)期	0.15	0.18 (1)期	0.15	0.18 (1)期	0.15	0.18 (1)期
1959, 3, 6	0.3	0.22 (2)期	0.26	0.18 (2)期	0.3	0.22 (2)期	0.26	0.18 (2)期	0.26	0.22 (2)期	0.26	0.22 (2)期	0.25	0.18 (2)期
1959, 3, 12	0.5	0.26 (3)期	0.5	0.26 (3)期	0.45	0.28 (3)期	0.42	0.28 (3)期	0.34	0.25 (2)期	0.38	0.25 (2)期	0.28	0.22 (2)期
1959, 3, 19	0.65	0.32 (3)期 三节	0.5	0.28 (3)期 三节	0.45	0.28 (3)期 二节	0.45	0.28 (3)期 三节	0.45	0.3 (3)期 二节	0.43	0.3 (3)期 二节	0.28	0.25 (3)期 二节
1959, 3, 26	1.4	0.5 (4)期 16小穗	0.86	0.34 (4)期 七节	0.85	0.32 (4)期 七节	0.8	0.34 (4)期 六节	0.45	0.28 (3)期 四节	0.5	0.28 (3)期 五节	0.45	0.26 (3)期 三节
1959, 3, 31	1.3	0.5 (4)期 16小穗	1.1	0.5 (4)期 12小穗	1.0	0.4 (4)期 10小穗	0.8	0.34 (4)期 10小穗	0.8	0.4 (4)期 10小穗	0.8	0.4 (4)期 8小穗	0.6	0.28 (4)期 4小穗
1959, 4, 9	2.1	0.8 (5)期 16小穗	1.8	0.75 (5)期 14小穗	1.7	0.6 (5)期 12小穗	1.3	0.5 (5)期 12小穗	1.4	0.6 (4)期 12小穗	1.2	0.4 (4)期 10小穗	1.1	0.35 (4)期 10小穗
1959, 4, 13	3.2	1.0 (5)期 18小穗	2.2	0.8 (5)期 14小穗	2.5	0.8 (5)期 14小穗	2.6	1.0 (5)期 14小穗	2.0	0.8 (5)期 12小穗	1.9	0.7 (4)期 12小穗	1.6	0.85 (4)期 12小穗
1959, 4, 25	10.0	2.0 (6)期 18小穗	7.0	1.8 (6)期 16小穗	6.0	1.5 (6)期 12小穗	5.0	1.3 (6)期 12小穗	5.0	1.3 (5)期 12小穗	2.9	0.8 (5)期 12小穗	2.8	1.0 (3)期 10小穗
1959, 5, 16	120	11 (10)期 以上 18小穗	100	11 (9)期 16小穗	100	12 (9)期 16小穗	90	12 (9)期 18小穗	85	10 (9)期 16小穗	70	10 (9)期 14小穗	70	10 (9)期 12—10小穗

到小花分化形成期以后,每亩875万株的生长锥分化速度才加强。到了受精后期,彼此之间的发育才逐渐接近。总起来看,每亩125万株的生长锥的发育良好,每亩250万株以上的生长锥分化是逐渐减慢的。每亩875万株的生长锥分化开始得晚,到后期与其他的发育时期接近,因此分化的小穗数和小花数就少,千粒重也会降低。

图1 冬麦不同播种密度下生长锥分化情况



1

2

3

4



5

6

7

8

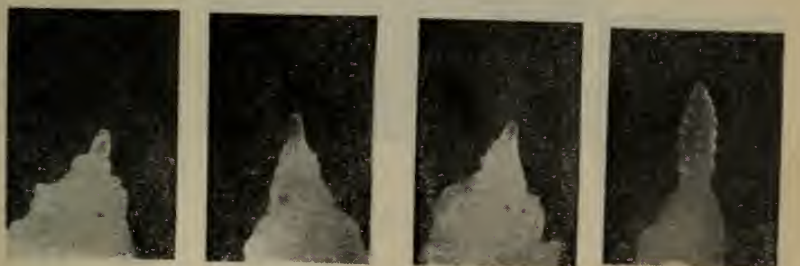


9

10

11

12



13

14

15

16



17



18



19



20



21



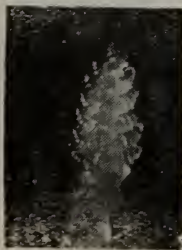
22



23



24



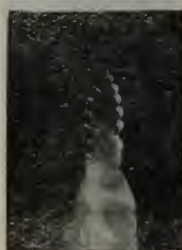
25



26



27



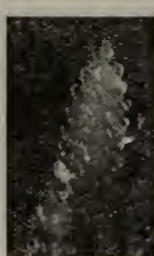
28



29



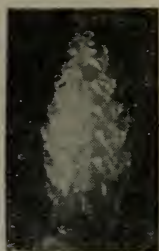
30



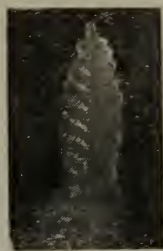
31



32



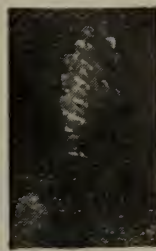
33



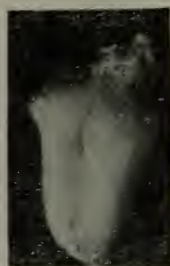
34



35



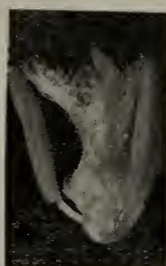
36



37



38



39



40



41

說明:

- 圖 1. 未伸長期，基部有叶原基。放大60倍（1958年11月24日）。
- 圖 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 为125万株，250万株，375万株，500万株，625万株，750万株，875万株的伸長期。放大20倍（1959年3月6日）。
- 圖 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 为125万株，250万株，375万株，500万株，625万株，750万株，875万株的苞片形成期。放大20倍（1959年3月19日）。
- 圖 16. 17. 18. 19. 为125万株，250万株，375万株，500万株的小穗突起形成初期。放大20倍（1959年3月26日）。
- 圖 20. 21. 22. 为625万株，750万株，875万株的苞片形成期。放大20倍（1959年3月26日）。
- 圖 23. 24. 25. 26. 27. 为125万株，250万株，375万株，500万株，625万株的小花分化形成初期。放大20倍（1959年4月9日）。
- 圖 28. 29. 为750万株，875万株的小穗突起形成初期。放大20倍（1959年4月9日）。
- 圖 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 为125万株，250万株，375万株，500万株，625万株，750万株，875万株的小花分化形成初期。放大20倍（1959年4月13日）。
- 圖 37. 125万株，穗中部小穗第一花，受精后子房发育，已除内外稃，靠内稃面向上。放大12倍（1959年5月16日）。
- 圖 38. 375万株，穗中部小穗第一花，已除内外稃，靠内稃面向上，可见花药、花丝、羽毛状柱头及子房放大12倍（1959年5月16日）。
- 圖 39. 375万株，同上花的反面观，可见雄蕊外之二浆片。放大12倍（1959年5月16日）。
- 圖 40. 875万株，穗中部小穗第一花，已除内稃及大部分外稃，残余外稃之内有二浆片。放大12倍（1959年5月16日）。
- 圖 41. 麦穗外形，縱尺向左，依次为875万株，750万株，625万株，500万株，375万株，250万株，125万株（1959年5月23日）。

小麦倒伏的原因和防止方法

北京农业大学农学系

根据北京农业大学农学系对京郊200多块麦地的調查，倒伏在一般麦田里不是一个主要問題，而高額丰产試驗田則很多因倒伏变得低产。

因此，1959—1960年在京郊在全国搞大面积小麦丰产方，如何防治倒伏就成为一個十分重要的問題。

一 为什么倒伏会减产

小麦倒伏减产是人所共知的事实，1959年的大量材料也証明了这一点。現以在南郊农場調查的材料为例說明。

表1 北京南郊农場小麦丰产田不同时期倒伏对产量和千粒重的影响

地 块	倒伏时期	产量(斤/亩)	增减(斤/亩)	增减(%)	千粒重(克)	千粒重比較
四分場 (4区)	不倒	1177			30.5	
	5月中倒	649	-528	-44.86	19.1	-11.4
二分場 (牛舍西北)	不倒	919			33.5	
	5月下倒	866	-53	-5.77	29.2	-4.3
二分場 (牛舍东)	不倒	1150			33.2	
	5月下倒	849	-301	-26.18	26.4	-6.8
二分場 (谷茬地)	不倒	815			33.2	
	6月初倒	1261	+446	+54.60	32.3	-0.9

从上例可以見到倒伏减产，并且倒得愈早减产愈多，而晚期倒伏减产少。这是什么原因呢？經過对不同倒伏时期地块植株产量构

成因素分析的結果，发现下列規律：

(一)倒伏愈早使成穗百分率下降越大 在我們的材料中看到早倒的成穗率为37.4%，晚倒的为41.6%，不倒的为47.4%；

(二)千粒重下降 早倒的为26.5克，晚倒的为28.7克，不倒的則为30.8克；

(三)穗部的其他性状如穗长，每穗小穗数，每穗粒数和不孕小穗数，倒伏的比不倒伏的有所增加和改善，如表 2。

表 2

倒 伏 时 間	平均穗长(厘米)	每穗小穗数	每 穗 粒 数	每穗不孕小穗数
早倒(5月8日以前倒)	6.53	12.71	19.61	3.40
晚倒(5月20日倒)	5.69	14.02	14.83	4.69
不 倒	5.25	12.90	12.40	5.15

这里要說明的是：如果在4月上旬以前(苗期)早倒的，則只有很少的莖能抽穗，同时由于基部的莖叶霉烂，穗子也发育不好。

为什么倒伏了的单株穗部性状反而变好？因为一般說来，凡是倒伏的地方早期所处的营养条件都比不倒的好，倒得早的又比倒得晚的好，而穗长、每穗小穗数、每穗不孕小穗数都在倒伏前不同的发育时期已經定型或打下了基础，所以穗性状倒的反比不倒的好。尤其是在天气干旱的年份更使这个差异加大。

为什么倒伏的单株的千粒重会降低？从北京农大的倒伏試驗材料来看，倒伏之后植株徒长仍繼續进行，表現之一是，几乎所有的叶片倒伏的比不倒伏的都加大，从4月11日倒伏的植株分几次

表 3 倒伏徒長的情况

取 样 日 期	倒 伏 时 期	单株叶面积(厘米 ²)	叶 面 积 指 数
4 月 29 日	4月11日	88.79	17.56
4 月 29 日	不倒	64.60	12.57
5 月 12 日	4月11日	41.88	8.15
5 月 12 日	不倒	29.76	4.97

取样与不倒植株叶面积指数(叶面积/地面积之比值)的比較,可以明显看出倒伏徒长在繼續进行,如表3。

叶面积虽然加大,但光合生产率(单位叶面积在单位時間內所积累的干物質)下降,从我們測定的結果可以看到,由5月12—30日倒伏的光合生产率为0.054%,而不倒伏的为0.671%,証明下降十分明显。更重要的是徒长之后生殖生长(結籽过程)受到抑止。为了研究植物內部的养分分配問題,北京农大农学系曾用放射性 P^{32} 塗叶片,最后測定 P^{32} 在植株各部分的分布。发现倒伏之后植株养分向穗部运输受到抑止,而且早期倒的比晚期倒的所有的抑止更为严重,例如早期倒的(5月8日以前)測得穗部脉冲数为103.25;晚期倒伏(5月20日)为222.76,不倒的則为334.50。养分运输受到抑止的原因主要有二:

1. 由于徒长养分多用于基叶生长而向穗部輸送少。2. 由于倒伏后輸导組織被破坏,而且愈是倒伏破坏程度愈大,运输受到的阻碍也愈大。

为什么倒伏之后徒长还繼續进行呢?因为倒伏的地方一般肥水比較充足,尤其是倒伏之后叶子相互遮蔭,透光度下降,并使植株間湿度加大,在肥多、湿度大、光弱的情況下,是非常有利于徒长的。

总起来說,倒伏减产的原因是,由于倒伏后降低了成穗百分率,也就是减少了每亩穗数。另外倒伏之后徒长繼續进行(加上輸导組織的被破坏),抑止了籽粒形成过程的正常进引,而使千粒重下降。

下面討論一下为什么晚倒有时也不致减产的問題。由于晚倒的植株,在生长前期比較长的時間处于比不倒伏更为优越的条件下,同时后期发生倒伏对成穗百分率影响不大,对千粒重的影响也不大。而穗部其他性状,如每穗粒数比不倒的反为优越。綜合产量构成因素后,則晚倒表現减产不多或者也不致减产。根据上述事实,可以認為接近成熟期倒伏是丰产的标志,因为只有穗部性状发育

良好下部不堪荷重才会倒伏。另外也說明了該品种充分地利用了現有水肥条件来建造自己的結实器官。所以說接近成熟期的倒伏是丰产的标志。

二 倒伏的原因何在

倒伏的原因,如从小麦植株本身去找,可以发现在返青后期孕穗末期所发生的苗期和孕穗倒伏,主要是由于叶子过重、过长,尤其是在当时最大叶片(第七、八叶)的长度与面积的大小,对倒伏的关系最大,愈长愈大則愈易倒伏。总之,叶面积过大是引起苗期倒伏的主导因素,它不但直接地使得发生叶倒伏,而且間接的影响到基部第一、二节間的长度与粗度,因而引起孕穗期与抽穗后的莖倒伏。

关于基部第一、二节間的长度与粗度,对倒伏的关系,北京农大农学系的研究結果与过去很多人的研究一样,第一、二节間长度愈大愈細則倒伏的危险性愈大。不过好象在高肥力条件下莖粗細与倒伏的表現沒有一定的規律性可循。可惜現在掌握的材料还不够充分。

后期倒伏主要由于苗期徒长,基部节間細长而輕,如果穗子发育好一些,便形成头重脚輕根基淺的現象,經不起风吹雨打而产生倒伏。

下面說明一下为什么小麦植株有上述的表現和左右这样現象的原因是什么。

小麦返青之后,为了准备抽穗結实,在拔节前后到孕穗初期,有一段剧烈的增长叶片的过程。而这时节間伸长較慢,株高增加不多。結果使所产生的大量的叶面积丛生集聚,很容易形成郁閉。这是小麦生长发育的特性,这是苗期倒伏与造成抽穗后倒伏的最危险阶段。在北京一般出现在4月中下旬。到了5月上旬孕穗末期,莖稈迅速生长与无效分蘖的大批死亡,使叶面积减少,并且由于株高的迅速增长使叶子舒展在更大的空間。此时苗期倒伏的危险性可

以說解除了。現以北京农大倒伏試驗的材料为例，农大36号在同一施肥量下，叶面积动态是十分明显的。

表 4

取样日期	施肥处理	株高(厘米)	叶面积指数	叶片体积/株高所占空間(%)	备注
4月4日	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	26.40	4.18	1.58	
4月12日	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	36.69	10.41	2.84	
4月26日	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	47.12	8.15	1.77	
5月3日	N ₁₀ P ₁₀ K ₁₀	58.78	9.03	1.54	

叶子多而密集丛生为什么会引起倒伏呢？主要由于影响了透光度。1959年5月4日上午9时30分，在北京农大試驗站的生产地中进行了光照强度的測定，結果如表5：

表 5

地 块	植株 生长 情况	光 照 强 度 (勒 克 斯)						透 光 率 (%)		
		底 部		1/3 株 高		2/3 株 高		底 部	1/3株高	2/3株高
		强度	%	强度	%	强度	%			
大 田 (32亩)	未封壟	11,750	100	1,700	100	23,670	100	49.6	71.8	100
	已封壟	3,833	32.62	700	41.17	13,330	56.31	28.7	51.3	100
	倒 伏	1,000	8.51	350	20.58	10,500	44.35	9.5	33.3	100

由表 5 清楚地看到，已郁閉麦田(已封壟，倒伏)底部的光照强度仅为未封壟的32.62%和8.51%。基部节間在弱光或近乎黑暗之中生长，必然使莖节与叶鞘变得又黃又軟，并且細长，而上部叶面由于水肥充足，光照又良好使生长旺盛，形成苗期的头重脚輕。我們曾在西郊农場对这方面作了調查，結果如下表：

表 6

項 目 \ 播 种 量	每亩40斤	每亩60斤	每亩80斤	每亩120斤	每亩160斤
20厘米以上重量/基部20厘米重量	1.33	2.44	2.29	2.15	1.89
5月1日倒伏情况	很少	80%	60%	50%	20%

从上述材料清楚地看到，倒伏与头重脚轻有密切的关系(即比值愈大愈易倒)。

后期倒伏，一般多在刮风下雨之后发生，而倒伏的时期与程度和早期徒长有关，徒长愈厉害则倒得愈早，倒得愈凶。当然后期倒伏也有完全是机械原因引起的。如刚灌完水，紧接着来了一场大风引起最重倒伏。另外还有一些因子左右和影响了这个过程，如施肥不当。我们在南郊农场调查了两块地，播种量同为每亩40斤，品种均为农大183。而四分场四区约204亩倒伏80%。二分场牛舍东113亩大面积未倒伏。倒伏的主要原因是施氮肥相对的过多，与磷、钾肥没有配合好。四分场4号地基肥中每亩施粪稀拌土2万斤，折合纯氮120斤、纯磷40斤、纯钾60斤，其氮、磷、钾的比例是3:1:1.50。而未倒伏的基肥每亩施廐肥1.5万斤，廐灰300斤，折合纯氮70斤、磷74.7斤、钾157斤，氮、磷、钾的比例是1.04:1:2.10。在追肥方面，倒伏地在3月中下旬每亩加施硫酸铵21斤，虽加了草木灰100斤，但因这时地皮已干，没有用上劲。而未倒伏的地在3月初追了150斤草木灰，正好在灌浆末期水分充足恰好用上。从两块地总施肥量看(基肥加追肥)倒伏地每亩施氮148斤，磷41斤，钾115.6斤，氮、磷、钾的比例为3.61:1:2.82。而未倒伏的地每亩施氮86.1斤，磷76斤，钾167.5斤，氮、磷、钾的比例是1.13:1:2.33，接近于1:1:2。为什么氮肥多了促进倒伏？北京农大倒伏试验证明，在氮多的情况下，显著影响叶面的大小。以4月12日调查的资料为例(4月12日是苗期倒伏的关键期)， NO 叶面积指数为7.07， N_{10} 叶面积指数为10.41而 N_{20} 叶面积指数为14.62(N_{10} 在3月28日，4月9日每亩分别追硫酸铵25斤和12.5斤； N_{20} 则分别每亩追50斤和25斤)。

水分也是左右叶面积大小的有力因素之一，北京农大试验站由于每亩下种70斤加上苗子很旺，所以返青水、拔节水都没敢灌，直到孕穗期才灌，虽然苗子很密、很旺，由于控制灌水，在大面积上没有发生倒伏，可惜因灌水过迟，使穗子变小，每穗粒数平均只有11—12粒左右。

另外，倒伏与密植有很大的关系。1959年已有不少的总结材料，在相同条件下，播种量愈大，单位面积株数增大，而使叶面积指数的比值加大，同时过度密植后影响分蘖，也間接影响了次生根的数目，次生根的数目越多，愈不易产生倒伏，这两点也为我们調查研究的材料所証实。

倒伏的另一原因是品种問題。一般說来，不抗倒伏的品种叶子又寬又长，例如北京郊区的农家品种齐头白、河南白等都是。而优良品种如农大183、农大90、农大15、早洋麦等，在返青拔节后，在正常条件下，叶片笔直与莖稈成較小角度，在同样的播种量条件下，透光度要比其他品种来得好，所以它們都比現在京郊所栽培的品种抗倒伏。

关于倒伏的原因除品种之外，最主要的是由于不合理的栽培条件所引起的。如1958—1959年許多高額丰产試驗田采用了过高的密度与不合理的施肥与灌水，都产生了倒伏，虽然种的都是良种也无济于事。

三 尺子能量出倒伏嗎

我們分析了倒伏的原因以及小麦植株对倒伏的反应。是不是有可能找出一些倒伏的临界指数来指导生产呢？能否用它来掌握肥水控制倒伏呢？在这方面我們作了一些嘗試，比較有規律的是基部节間长度与长/粗比率的指标。我們曾对京郊100块不同情况的小麦地，其中包括水地、旱地，每亩播种量由14斤到400斤，在施肥方面有近乎卫生地（不上肥的地）到只知上了大量肥料弄不清数字的高額丰产試驗田，分析了麦子第一、二节的长度与粗度，以及长/粗的比值，发现下述規律：凡是第一节間长度在8厘米以上，第二节間长度在11厘米以上，第一节长/粗比值达到50，第二节比值达到60以上，凡是四个或三个条件相符合的一般都产生倒伏；只有二个条件相符合的多数不倒，只有少数的发生倒伏；符合一条或一条也不符合的則基本上都不倒。拿这一标准来衡量100块地的調查結

果，約有不到5块地的情况例外，所以这个指标的可靠程度达到95%以上。

对于其他指标也作了一些尝试，但因材料数量太少不能提出具体数字，如植株基部20厘米与20厘米以上部分的比值。拔节前后叶面积指数以及叶体积比株高所占空间的值。这些还有待大家共同研究加以确定。

根据前面所示的临界指数，使我们有可能在拔节后只要拿一把尺子到地里经常不断地量一量节长与节粗，如果没有达到危险系数，就可以大胆的灌水和施肥，如果发现接近危险系数，就要立即加以控制。这样我们可以拿一把尺有如医生拿一只温度计测定谁是病人谁是健康人一样来测定小麦的倒伏了。

四 那一种防治倒伏措施好

1958—1959年搞小麦高额丰产田的人，最头痛的是倒伏问题，大家想了很多防治的办法，我们也采用了多种多样的办法，有的取得良好效果，有的效果不明显。经过一年的试验，我们想对那些防治倒伏措施好，提一些意见。

(一)剪叶 我们认为剪叶是治倒伏与防倒伏的良好办法，我校试验站和农学系师生合作搞的小麦丰产试验田，经过剪叶之后，显著地提高了成穗百分率，未剪的为59.6%，剪的为72.6%；千粒重也有所增加，未剪的为35克，剪的为37.1克；剪叶后植株直立茎秆粗硬不易倒伏，未剪叶的植株下部茎秆细软，倒了也不易扶起。最后在产量上剪叶的比不剪叶的增产17%。

在剪叶之后去掉了上部的叶子，调整了重心，使植株的重心下移，不仅解决了当时根叶的比重问题，重要的是改善了透光率。由于基部见光之后在很短时间内由黄变绿、由绿变为浓绿，基节也加粗变得健壮结实。

一般的想像是去叶后应该使叶面积缩小，从而引起千粒重下降。但事实上千粒重下降很少，或者反有变好的，这又是为什么呢？

我校在西郊农場曾作过剪叶与不剪叶对叶面积影响的試驗，发现剪叶后到所有叶子抽出定形时测定总面积减少不多。而对籽粒形成最起作用的劍叶和第二叶，因剪叶的刺激，反而增大了叶面积。

表 7

叶面积单位：平方厘米

項 目 处 理		綠 色 叶 面 积 (单株)			叶面积指数
		总 計	3 叶 + 4 叶	劍叶 + 2 叶	
播种量每亩 100斤	未剪	15.05	3.29	11.77	6.1
	剪叶	14.10	0.96	13.14	5.7
播种量每亩 140斤	未剪	14.17	7.06	7.11	5.4
	剪叶	12.75	4.59	8.16	5.1

但需注意剪叶之后必須保存上部2—3片完整的叶子，否則会較大地縮小叶面积。

为了进一步說明劍叶与第二叶对灌浆的作用，引用在本校农場所作的打叶对灌浆影响的試驗。試驗結果說明打掉劍叶的减产25.7%，留劍叶和第二叶的只减产1.8%。去掉第四叶(即由下向上算第七或第八片叶，在拔节期影响倒伏作用最大的二个片叶)减产仅1.65%。

剪叶是治苗期倒伏的好办法，也是防苗期倒伏的好办法。同时还可解决华北国营农場早春青飼料缺乏的問題。在采用时要注意不能割得太晚，要保証上部有2—3片完整的叶片。

(二)在抽穗前后倒伏的小麦采用扎成小捆的办法，是防治后期倒伏的有效措施。在我校农場的扎捆試驗結果說明，对早倒的(5月上旬抽穗前倒)扎捆之后显著地提高成穗率。未捆的成穗率为32.7%，捆的为47.4%。但因本試驗根据当地农民的做法，捆了之后沒有松捆与倒捆，結果引起千粒重下降，如表8。

沒有松捆与倒捆之所以影响千粒重，是因为捆內的植株光照很弱或者不見光，所以使中部植株处于飢餓状态。我們曾对捆內

表 8

处 理 項 目	早 倒		晚 倒		未 倒	
	捆	未 捆	捆	未 捆	捆	未 捆
千粒重(克)	24.9	27.0	24.5	30.5	24.5	33.5

外、上下的穗子作了分析,明显地看到,如以未倒伏的千粒重为100%,则上部穗为101.9%,外部穗为93.8%,下部穗为50.84%,内部穗为57%。

总之,扎捆对已倒伏的小麦有积极意义。如能经常的倒伏捆把,使内外都通风见光,则千粒重的下降不会如此严重。

(三)疏苗是解决过度密植的办法,疏苗可以解决早期郁闭的问题。

(四)关于喷松毛汁、水玻璃、硼、锰……等防倒剂与治倒剂,我们都试过,结果看不出效果。

(五)搭架子拉网能较好的防治倒伏,但在大面积丰产方上应用比较困难。

从1959年所采用的防治倒伏的措施来看,我们认为苗期倒伏与过早郁闭宜采用剪叶的办法,在抽穗后倒伏可用扎捆的办法,但需经常倒捆。

五 怎样防治倒伏

在大面积丰产方上防倒伏的办法首先是采用抗倒伏的优良品种,在京郊可以采用农大183、农大90、农大15、农大1号(早洋麦)、华北187及碧蚂1号等。

第二,采用合适的密度,如搞千斤丰产方,在京郊以每亩播种30—35斤为宜。

第三,在基肥方面要注意氮、磷、钾的配合以1:1:2为宜。在追肥上,早春追钾肥效果好,但要追得早。并要适当的控制氮肥的数量,以免引起徒长。

第四,在灌水上以头水早、二水晚、三水赶为宜,返青水如土壤不缺水,一般就不必灌,而拔节水适当的控制晚一些。

第五,如果倒伏在苗期可以剪叶,在后期可以采用扎捆的办法。

总之影响倒伏的因素虽然很多,但最主要的是水肥问题,要特别注意巧施肥、巧灌水。

小麦丰产試驗田深耕問題的探討

中国科学院生物学部小麦丰产試驗研究小組

在1958年农业生产大跃进的基础上，为了爭取1959年农业生产更大的丰收，全国广大地区于1958年秋，在冬小麦地上进行了不同深度的深耕，并結合施用大量有机肥料。我們在这样情况下，为了通过試驗找出一些科学依据，在小麦地里进行了不同深度的深耕試驗。現將初步資料整理出来，供大家参考、討論和指正。

一 深翻的好处

作物在生长过程中需要一定土壤孔隙，但土壤孔隙的大小和多少，直接影响着作物根系的发育和植株的生长。深耕結合施肥，加厚松土层，創造了作物生长过程中所需的适宜孔隙度，如表1。

表1 冬小麦不同深耕深度地塊土壤孔隙(%)

土層深度 (厘米)	深耕6尺每亩 施肥60万斤				深耕2.3尺每亩 施肥12万斤				深耕0.7尺每亩 施肥1万斤			
	总孔隙度	毛管孔隙	大孔隙	大孔隙占总孔隙 %	总孔隙度	毛管孔隙	大孔隙	大孔隙占总孔隙 %	总孔隙度	毛管孔隙	大孔隙	大孔隙占总孔隙 %
0—20	49.1	42.0	7.1	14.5	56.1	49.6	6.5	11.6	46.9	42.7	4.2	9.0
20—40	45.9	41.2	4.8	10.5	45.7	41.0	4.7	10.3	44.7	39.9	4.8	10.7
40—60	49.0	43.6	5.4	11.0	49.7	44.4	5.3	10.7	48.6	43.7	4.9	10.0
60—80	49.3	44.9	4.4	9.0	45.0	41.9	3.1	7.0	46.1	42.9	2.1	4.5
80—100	50.7	45.7	5.0	10.0								

深耕0.7尺的地块，土壤总孔隙度46%左右，大孔隙占总孔隙度5—10%，深耕6尺和2.3尺的地块土壤总孔隙度为46—56%，大孔隙占总孔隙度10—15%。另一方面土壤容重也有很大差异，如表2。

表2 冬小麦不同深耕深度地塊土壤容重

土層深度 (厘米)	深耕6尺 每亩施肥 60万斤	深耕3尺 每亩施肥 40万斤	深耕2.3 尺每亩施 肥12万斤	深耕0.7 尺每亩施 肥1万斤	未深耕地塊
0—20	1.30	1.31	1.07	1.36	1.33
20—40	1.37	1.16	1.43	1.44	1.42
40—60	1.30	1.08	1.31	1.33	1.37
60—80	1.30	1.23	1.42	1.40	1.39
80—100	1.25	1.28			1.52

未經深耕和深耕0.7尺的地塊，土壤容重為1.35—1.52；深耕6尺和3尺的地塊土壤容重1.06—1.30左右。土壤總孔隙度、大孔隙數量增加，土壤容重變小，這都給作物根系發育創造了良好的條件。由於土壤總孔隙度增加，土壤含水率也顯著增加，如表3，圖1。

表3 不同深耕深度地塊1米土層平均土壤含水率(%)

生 育 期	深耕3尺每亩 施肥40万斤	深耕1.5尺每亩 施肥12万斤	深耕0.7尺每亩 施肥1万斤
播种前 (1958年9月26日)	30.2	26.7	21.5
出苗期 (1958年10月9日)	27.6	25.4	20.5
分蘖期 (1958年11月1日)	29.1	24.5	22.1
越冬期 (1958年11月18日)	33.4	26.2	23.1
返青期 (1959年3月18日)	29.9	27.7	23.1
拔節期 (1959年4月13日)	26.5	18.8	16.9
灌漿期 (1959年5月14日)	30.6	23.5	16.3

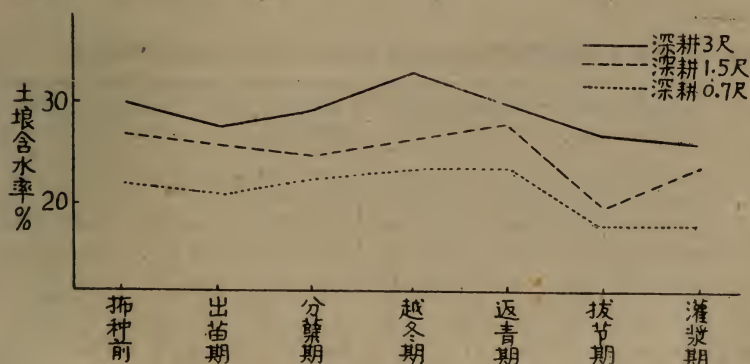


圖1 不同深耕深度小麦各生育期土壤含水率变化曲线

从表3、图1看出,深耕0.7尺的地块在小麦各生育期中土壤含水率一般在20%左右,深耕3尺和1.5尺的地块都在25—30%之間。不仅土壤含水率有显著的增加,而土壤飽和水、毛管水也相应增加,如表4。

表4 冬小麦不同深耕深度地塊土壤飽和水、毛管水含量(%)

土層深度 (厘米)	深耕 6 尺 每亩施肥60万斤		深耕 2.3 尺 每亩施肥12万斤		深耕 0.7 尺 每亩施肥 1 万斤	
	飽和水	毛管水	飽和水	毛管水	飽和水	毛管水
0—20	37.8	31.2	52.8	43.1	34.5	32.0
20—40	33.5	29.9	31.9	28.7	30.9	27.6
40—60	37.6	32.9	37.8	34.0	36.6	29.9
60—80	37.9	34.5	31.6	29.4	33.0	30.7
80—100	40.5	35.7				

深耕結合均匀施肥,土壤温度也随之增加,这是由于施用有机肥料在分解过程中产生热量的影响。根据观察,深耕6尺和3尺的地块,較之深耕0.7尺地块的土层中温度增高1—3°C。但深耕1.5尺的地块,施肥只限于表层,下层土壤经过深耕后,土壤孔隙增加,調節了空气和水分状况,通透性改善,保水蓄水性能增强,土温較深耕0.7尺地块的同样深度土层高1—2°C,見表5;图2。

表5 冬小麦不同深耕深度地塊10月、11月、12月各月土層平均温度(°C)

土層深度 (厘米)	深耕6尺每亩 施肥 60 万斤			深耕 3 尺每亩 施肥 40 万斤			深耕1.5尺每亩 施肥 12 万斤			深耕0.7尺每亩 施肥 1 万斤		
	10月	11月	12月	10月	11月	12月	10月	11月	12月	10月	11月	12月
5	13.5	5.3	3.6	13.6	4.5	1.7	13.2	4.9	2.7	12.6	4.0	1.3
15	14.0	6.4	4.5	14.7	6.0	3.1	13.8	6.0	3.1	12.4	5.1	2.0
30	15.0	7.3	5.3	16.0	7.5	4.2	14.8	7.1	3.8	—	5.6	—
40	15.8	8.5	—	17.1	9.1	—	15.4	8.0	—	12.6	7.5	—
60	17.7	10.8	3.1	19.4	13.1	9.0	16.4	9.4	5.3	15.3	9.3	6.4
100	18.5	13.0	9.4	20.3	15.2	11.6	17.9	12.2	8.9	17.3	12.4	9.2

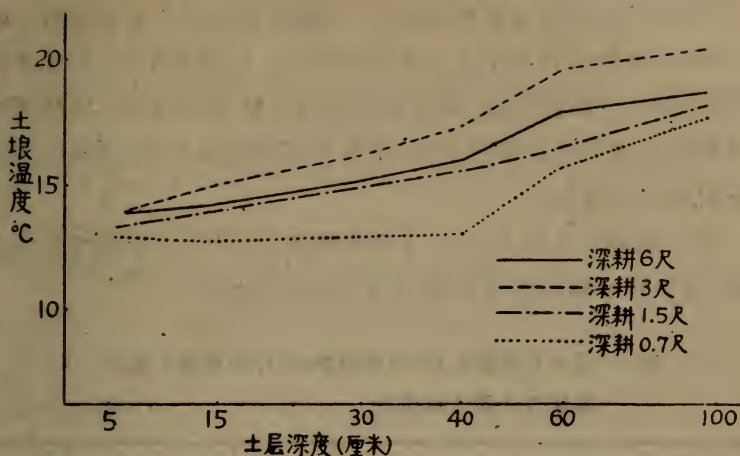


图2 不同深耕深度地块10月土壤温度变化曲线

深耕結合大量施用有机肥料,改善了土壤物理性質,給土层中微生物活动創造了良好的条件。因此,土层中細菌总量和好气纖維細菌量也相对增加,如表6。

表6 不同深耕深度、不同施肥量情况下土层中細菌含量的变化 (个/克干土)

处 理	細菌 总 量	好 气 纖 維 細菌 量
深耕6尺每亩施肥60万斤	303.50×108	$13,179,333 \times 102$
深耕0.7尺每亩施肥1万斤	$0,382 \times 108$	$507,108 \times 102$

从上表可見,深耕6尺較深耕0.7尺的地块,土层中細菌总量大,而对有机質分解起重要作用的好气纖維細菌也相对增多。所以,土层中有机質分解数量增加,速度加快,如表7。

表7 不同深耕施肥措施下土壤有机質含量及分解情况①

处 理	播 种 前	越 冬 期	已分解数量
深耕6尺,每亩施肥60万斤	114.3	93.8	20.5
深耕0.7尺,每亩施肥1万斤	63.0	47.8	15.2

① 单位: 斤/米², 土层: 0—75厘米。

深耕6尺結合大量施肥的地块，从播种期到越冬期有机質分解量，每平方米面积75厘米土层中为20.5斤，而深耕0.7尺施用少量肥料的地块，分解量为15.2斤，只占前者分解量的73%。当然有机質分解与土壤中含多寡有关，但假如环境条件不良，儲量虽多，分解量也不会增加。

同一块地的不同土层，由于深耕和施肥不同，土壤物理性能有差异，有机質分解速度及数量也随之而异，如表8。

表 8 冬小麦深耕0.7尺每亩施肥1万斤的地块土壤中

有机質含量分解情况

(单位: 斤/米²)

土層深度 (厘米)	播 种 前	越 冬 期	已 分 解 量	已分解量占 原有量 %
0—25	33.37	24.01	9.30	27.8
25—50	16.35	12.63	3.73	22.8
50—75	13.00	11.13	1.87	14.3

經過深耕施肥，土壤物理性能良好的0—25厘米表层，有机質分解量每平方米为9.3斤，占有机質总量27.8%，未深耕施肥的25—50厘米土层，土壤通透性稍差，有机質分解量为3.7斤，占总量22.8%，50—75厘米土层，有机質分解量仅为1.87斤，占总量14.3%。这些資料都說明了深耕使土层疏松，改善通透性，加速有机質分解轉化为可溶性物質，供給作物根系吸收。

表 9 不同深耕深度下小麦根系在各土層中分布量

处 理		深耕 0.7 尺	深耕 1 尺	深耕 1.5 尺
各布干 土量重 層占的 中总 % 根根 分量	0—20 厘米	72.52	50.15	45.75
	20—50 厘米	17.38	25.30	20.37
	50—75 厘米	6.01	10.6	8.17
	75—100厘米	2.08	7.43	12.20
	100—150厘米	1.81	6.42	13.52
根 系 长 (厘米)		185	189	190

深耕改变了作物根系集中于表层的状况,而往下生长,扩大了根系的营养面积。

从表9可見,深耕0.7尺的地块,表层(0—20厘米)土层中根系含量占70%以上,而深耕1尺和1.5尺的表层根系含量只有45—50%,其余的50%左右的根系,则分布于表层以下的土层中,扩大了根系营养面积。

深耕的好处不仅表现在加厚了松土层,改善了物理性能,扩大根系营养面积,更重要的是加速营养物质的转化,供给了作物生长发育所需要的养分,从而提高作物产量。虽然影响作物产量的因素很多而且复杂,但播种量和施肥量相同时,深耕较浅耕的产量为高,如表10。

表 10 不同深耕深度与春小麦产量的关系①

处 理	深 耕 0.7 尺 每亩施肥10万斤	深 耕 1.5 尺 每亩施肥10万斤
产 量 (斤/亩)	609.8	673.0

二 深耕深度的意見

深耕的好处已如上述,但耕多深呢?这是目前农业生产急需解决的问题,现根据我們的試驗資料,从下面几点探討深耕深度。

(一) 作物根系发育及根系在土层中分布量,随着深耕深度有显著的变化。根据小麦苗期調查結果,說明深耕能促使根系发育良好,从表11可以看出,深耕0.7尺的,表层0—20厘米根系分布量占总根量的70%以上,20—50厘米內只占15.5%,而深耕1.5尺和2.3尺的,表层0—20厘米根系分布量只占总根量的46—63%左右,20—50厘米却占19—31%。由此可見,在不同的深耕深度下,小麦根系80%以上均分布于50厘米土层中。

在小麦苗期,根系还没有充分发育,多集中于表层,这是必然

① 产量数据以試驗面积計算。

表 11 不同深耕深度小麦返青期根系在各土层中分布量的变化①

处	理	深耕3尺每亩 施肥 40 万斤	深耕 3.3 尺每 亩施肥12万斤	深耕 1.3 尺每 亩施肥12万斤	深耕0.7尺每 亩施肥1万斤
根 总 干 重 (克)		0.86	1.09	1.15	0.75
各分根 土布量 層量干 中占重 根总%	0—20 厘米	64.54	46.63	63.40	71.60
	20—50 厘米	26.10	31.32	19.50	15.50
	50—75 厘米	9.36	12.93	12.00	7.50
	75—100厘米		9.12	5.10	5.40

的現象,但是在小麦生长后期,根系生长即将停止,根据小麦灌浆期調查(見表12),不同深耕深度作物主要根系,75%仍分布在50厘米土层內,而深耕0.7尺的,高达90%左右。深耕是为了扩大根系营养面积,促使根系发育良好,但深耕到了一定程度后,这种作用則

表 12 冬小麦不同农业技术措施下灌浆期根系調查②

1959年6月8日

处	理	深耕 3 尺 每亩施肥 40 万 斤	深耕 2.3 尺每亩施 肥12万斤	深耕 1.5 尺每亩施 肥12万斤	深耕 1 尺 每亩施肥 12 万 斤	深耕 0.7 尺每亩施 肥 1 万斤
根 长 (厘米)		90	205	190	189	185
根 总 干 重 (克)		1.1282	1.7040	0.9176	1.6876	0.9622
单茎根干重 (克)		0.02623	0.02705	0.03059	0.06750	0.02406
各分根 土布量 層量干 中占重 根总%	0—20 厘米	70.74	69.83	45.75	50.15	72.52
	20—50 厘米	21.05	9.22	20.37	25.30	17.38
	50—75 厘米	7.77	6.51	8.17	10.6	6.01
	75—100厘米	0.44	5.63	12.2	7.43	2.08
	100—150厘米		5.63	13.52	6.42	1.81

显著减弱,从上述資料来看,深耕3尺和2.3尺在扩大根系营养面积与深耕1.5尺的作用程度相似,但深耕1.5尺的与深耕0.7尺的則有显著差别。在春麦地块上所进行的試驗,亦得到和上述相同的結果,如表13。

① 根总干重是在长21厘米、寬6.3厘米、高100厘米土体中的含量。

② 根总干重是在长21厘米、寬6.3厘米、高150厘米土体中的含量。

表 13 不同深耕深度下春小麦灌浆期根系在各土层中分布量%①

处	理	深耕 0.7 尺	深耕 1.5 尺	深耕 3 尺
根 总 干 重 (克)		1.775	1.155	1.100
单 株 根 干 重 (克)		0.052	0.083	0.050
单 茎 根 干 重 (克)		0.047	0.043	0.036
各土层中 根分布量 占总根量 %	0—20 厘米	74.5	53.4	61.6
	20—50 厘米	11.4	16.6	14.9
	50—75 厘米	8.4	15.7	14.2
	75—100厘米	3.2	7.7	5.5
	100—150厘米	2.3	5.7	3.8

另一方面,从根系入土深度来看,深耕1.5尺的較之深耕0.7尺和深耕3尺、2.3尺的深,如表14。

表 14 在不同农业技术措施下小麦根系深度的变化(厘米)

生 育 期	深耕 3 尺 每亩施肥 40 万 斤	深耕 2.3 尺每亩施 肥12万斤	深耕 1.5 尺每亩施 肥12万斤	深耕 1 尺 每亩施肥 12 万 斤	深耕 0.7 尺每亩施 肥 1 万斤
冬 前	49	98	138	98	106
返 青 期	65	136	139	132	112
灌 浆 期	90	205	190	189	183

(二) 根系的发育,直接受深耕深度影响,而根系的发育好坏,相应的影响地上部植株的生长生产量。由表15可见,深耕1.5尺的,单株根和单茎根地上部分的干重和产量,都較深耕0.7尺和3

表 15 不同深耕深度与春小麦根重、地上部重及产量的关系②

	深耕 0.7 尺	深耕 1.5 尺	深耕 3 尺
单株根干重 (克)	0.053	0.083	0.050
单茎根干重 (克)	0.047	0.048	0.036
地上部干重 (克/50株)	29.72	32.39	26.39
每 亩 产 量 (斤)	609.8	673.0	505.7

① 根总干重是在长21厘米、寬6.3厘米、高150厘米土体中的含量。

② 拔节期調查。

尺的为高,当然,产量高低与肥料、水分和其他因素有关系,但从地上部重及根重来看,深耕1.5尺的较好。

(三) 深耕必须结合施肥, 增加土壤养分, 促使深层生土熟化。深耕过深, 在同样施肥量情况下, 则单位体积土层内土壤养分随深耕深度增加而减少, 特别是施在较深层的肥料不易分解, 只有少量的根系伸到下层, 这样不能发挥肥料的最大效能; 但深耕1.5尺肥料施用集中, 根系70%集中于1.5尺土层中, 能发挥最大肥效。

表 16 施肥量相同, 不同深耕深度土壤中养分的变化(毫克/100克土)

项 目	水解性氮				速效性磷				速效性钾			
处 理 深度(厘米)	4尺	3尺	① 1.5尺	0.7尺	4尺	3尺	① 1.5尺	0.7尺	4尺	3尺	① 1.5尺	0.7尺
0—25	7.8	8.5	9.7 12.2	8.7	7.0	15.6	17.7 14.2	29.2	4.6	7.0	13.6 11.0	3.6
25—50	6.8	8.7	9.3		4.0	10.0	15.4		3.9	6.4	7.7	
50—75	9.7	9.9			49.2	4.3			3.0	3.4		
75—100	14.7	8.6			6.0	3.3			3.56	4.0		
50厘米内平均含量	7.3	8.6	10.2		5.5	12.8	15.73		4.5	6.7	10.18	

表 17 不同深耕深度土壤中有机质含量(%)

项 目 深耕处理	4 尺	3 尺	1.5 尺	0.7 尺
有机质在50厘米内含量%	1.69	2.535	3.094	5.36
碳:氮	6:1	15:1	13:1	16:1

从表16、17可观察到, 施肥量相同而深耕深度不同, 土层中有机质及速效性养分的含量随耕地深度加深而减少, 水解性氮及速效性磷钾, 在主要根系分布层次内(50厘米), 以深耕0.7尺与深耕1.5尺养分含量最高。按物理性质来讲, 深耕4尺、3尺、1.5尺的较好, 但从表15可见, 单株地上部重、根重以及产量都是深耕1.5尺

① 深耕1.5尺土层深度为0—15厘米, 15—30厘米, 30—50厘米。施肥量均为每亩10万斤。

的为佳。

又比較深耕0.7尺与深耕1.5尺的养分含量,除水解性氮外,均是深耕0.7尺者較高,而其单株干重、根重和产量,則以深耕1.5尺者为高。此問題与上述恰相反,这是由于深耕深度不同,土壤物理性状有差异所致。养分含量的多少影响較小,因为深耕0.7尺的养分含量較深耕1.5尺的为高,但是施肥只限于表层(10—20厘米),而这层根系分布量只占总根量74.5%,尚有25%左右根系,处在少肥未經深耕的紧实土层中,因而产量較深耕1.5尺的要低。

再比較不同深耕深度的处理,土壤中碳与氮的比例,深耕1.5尺的为13:1,这个比值对土壤有机質矿質化較为适宜。所以深耕0.7尺、1.5尺、3尺的深度,在施肥量相同条件下,深耕1.5尺的較为适宜,而且能發揮肥料的效能。

(四) 深耕深度,不仅服从根系良好发育的需要,同时也要考虑經濟及劳力条件。深耕深度超过1.5尺的,目前主要是用人工翻地,用馬同义同志創造的鷄子大翻身方法較省工,深耕3尺,每亩需工12—13个,若深耕1.5尺,則每亩只用8个工即可。

綜合上述,从根系发育在各土层中的分布量、入土深度及其与地上部干重、产量和劳力等来比較,四种不同的深耕深度(0.7尺,1.5尺,2.3尺及3尺)我們認為以1.5尺較佳,过深对扩大根系的营养面积不显著,反而浪費劳力。今后須再进一步研究0.7尺与1.5尺之間的不同深度,找出更适宜的深耕深度。

关于深耕方法和劳力問題,我們認為熊毅教授在“馬同义土地深翻法”一文中介紹前犁后翻、前犁后套的两种深耕方法,較为省工而切实可行,如表17。

因为这两种方法有以下4点优点:第一,能深耕1.4—1.5尺。第二,人畜結合能調节深耕过程中劳力不足。第三,工具簡單,易于掌握。第四深耕每亩只用2.5—3.6个工,比全用人力省工。所以这两种方法是可采用的。

深耕深度在大面积生产方面,还可耕的再浅一点,到1尺左右,

表 18 馬同义土地深翻法

翻地类型	劳动力	方 法	深翻深度		翻动層次	工 具	每亩用工	翻地 适宜 時間	适宜 作物
			尺	厘米					
全 面 翻	人力	鶴子大翻身	2.5—3	20—100	3	銑、三齿耙	12—13	冬春	一般
		鶴子小翻身	1.5	50	2	銑三齿耙	8	冬春	一般
	人力	前犁后翻	1.5	50	2	新式步犁三齿耙	3.6	冬季	一般
	畜力	前犁后套	1.4	46	2	新式步犁三齿耙	2 5	各季	一般
	畜力	双犁双鐮犁	1.3	43	2	双層双鐮犁	2—25	各季	一般

这样比深耕1.5尺更为省工,另一方面,上述的适宜深耕深度1.5尺,是在小面积試驗田上的初步結果,而这些結果还受其他因子(肥料、水分)的影响,所以更要全面的反复研究深耕深度問題,为生产上提出既适当而省工的深耕深度。

关于深耕与土壤熟化問題

中国农业科学院土壤肥料研究所

本所土壤深耕的試驗研究工作，是1958年小麦整地时在党委的具体指示和全院同志的大力支持下开展起来的。由于經驗不足，而且時間仓促，在試驗設計上有很多欠周密之处。在試驗进行中先后又增加了若干輔助試驗，仍欠周全。我們在冬小麦試驗的基础上，1959年春又布置了水稻和棉花的深耕試驗。这些工作是組織本所土壤耕作、肥料和微生物三方面的力量共同进行的，并且和作物栽培等专业密切結合。我們在本院农場(質地系粘壤土)进行了較系統的定位觀測，并且在农村基点也进行了一部分調查研究工作。茲將我們取得的小麦深耕資料加以初步整理并参考一些有关单位的資料，扼要介紹于后。

一 深耕改善了土壤的結構性

土壤耕作的目的(包括深耕)，在于通过耕作方法来改善土壤耕性和生产性能，从而不断提高土壤能力。良好的結構性可以調节土壤水分和空气的矛盾，改善土壤养分和微生物的活动条件，因为生土結構坚硬，孔隙度不良。深耕施肥改善了土壤的結構性，不論土壤

表1 不同深耕深度的土壤孔隙度比較(%)

取样深度 (厘米)	耕 深 25 厘 米			耕 深 50 厘 米		
	总孔隙度	毛管孔隙	非毛管孔隙	总孔隙度	毛管孔隙	非毛管孔隙
0—10	48.4	31.1	17.3	51.9	36.2	14.7
10—25	49.2	30.1	19.1	50.4	30.4	20.0
25—50	44.6	28.7	15.9	53.8	33.5	20.3

的总孔隙、毛管孔隙或非毛管孔隙，深耕地均有显著提高。根据本所棉花深耕試驗地在棉花現蕾期測定的結果(表1)，深耕后土壤孔隙度增加了，而且整个土层的孔隙度也比较均匀一致。

深耕結合施肥对結構性的改善，还表现在有助于土壤中团粒結構的逐步改善。因为在实践上采用的土肥水三結合的深耕方法改善了土壤錯綜复杂的理、化、生物环境，不仅是机械地土块破碎过程，也不仅是一个由于风化而释放矿質营养元素的过程。我們在深耕深度不同，而大量施肥和其它技术条件完全相同的小麦試驗地上分析的結果表明，团粒結構逐步增加，而且有深耕 150 厘米多于 100 厘米，100 厘米又

表 2 不同深耕深度对土壤水穩性团粒結構形成的影响
(直径大于0.25 毫米团粒%)

深耕深度 日 期 層 次 (厘米)		1 5 0 厘 米				1 0 0 厘 米				5 0 厘 米			
		1958年 12月14日 越冬前	1959年 4月16日 拔节期	1959年 5月27日 灌浆期	1959年 6月19日 收获期	1958年 12月14日 越冬前	1959年 4月16日 拔节期	1959年 5月27日 灌浆期	1959年 6月19日 收获时	1958年 12月14日 越冬前	1959年 4月16日 拔节期	1959年 5月27日 灌浆期	1959年 6月19日 收获时
0—30		21.60	23.46	34.00	45.00	22.70	22.32	23.12	41.80	14.36	26.42	35.12	36.70
30—50		21.00	27.00	34.28	60.20	21.46	23.18	28.72	46.40	14.16	33.54	51.34	50.20
50—70		36.90	24.23	49.68	49.20	24.84	26.96	28.64	32.90	29.00	27.78	33.77	51.00
70—100		37.66	42.70	39.94	47.60	25.66	26.56	38.66	42.20	12.72	27.58	28.02	32.00
100—150		25.20	27.30	44.40	56.60	30.56	42.80	53.80	60.00	25.22	56.38	34.36	36.40
0—150平均		26.75	28.94	38.46	51.76	25.04	28.36	34.59	44.66	19.09	34.34	36.52	41.26

多于50厘米的趋势(表2)。

关于结构的水稳性在一般的条件下特别是在耕作层中，对农业生产的价值是早已肯定的，但是也有一些土壤结构虽然水稳性很高，在农业生产上却是无价值的甚至是不利的。譬如：在我院附近农民浅耕4寸的麦地里，在耕作层下有一层厚约50厘米（位于50—100厘米）的黑色壤质粘土，土质坚硬，呈稜角状构造（农民称为鸡粪土），耕性不良，我们也在这块小麦地上按小麦生长过程同样进行分析，结果如下：

	返青期 3月23日	拔节期 4月16日	灌浆期 5月27日	收获期 6月19日
大于0.25毫米水稳性团粒(%)	61.29	63.92	58.17	61.00

显然，如果单从水稳性的数据去看，远比深耕施肥的土壤还高。可是绝不能认为这种土壤比深耕土壤的结构良好，而且这种没有经过熟化过程的生土结构的水稳性也没有季节性的变化，这点也是和耕作层的水稳性不同。

二 深耕可以调节土壤水分和空气的矛盾

深耕对于土壤结构性的改善，首先有利于调节水分和空气的矛盾，既能增加土壤的透气性，又能增强土壤的透水性、持水性和含水量。

在多年浅耕的条件下，只有很浅薄的耕作层，下面就是一层不良的犁底层，透气性和透水性都很差，严重的阻碍着深层土壤和大气之间的空气交换，而且不利于积蓄雨水与保持水分。我们在本所黄板土试验结果，深耕破除了犁底层，使该层透气性增加约二点九倍，透水性增加约三点四倍，改变了土壤剖面透性不良的现象（图2）。

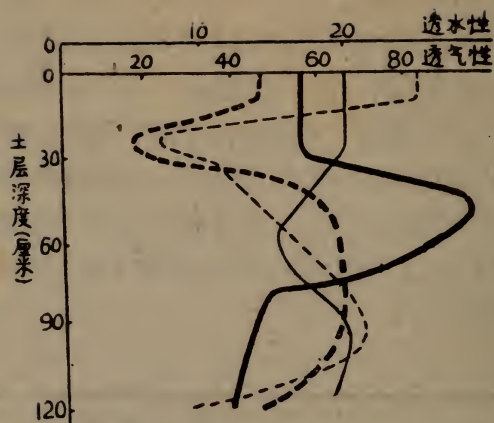


图 1 深耕和浅耕土壤剖面的透性

图例：“实线”为深耕5.0厘米——与---为透气性(毫升/秒)

“虚线”为深耕1.5厘米——与---为透水性(毫升/10分钟)

土壤的持水性和透水性在某些条件下是互相矛盾的，象重粘土的持水性好而透水性坏，飞沙土则透水性好而持水性坏。由于深耕改良了土壤结构，同时也增强了土壤的透水性和持水性。根据我们在室内分析的结果，深耕增加土壤最大持水量约20—30%，而透水性因土壤深耕也大约增加20—30%。但是，在深耕相当时间以后，由于土壤逐渐沈实，透水性又会降低下来(见图2、表3)。

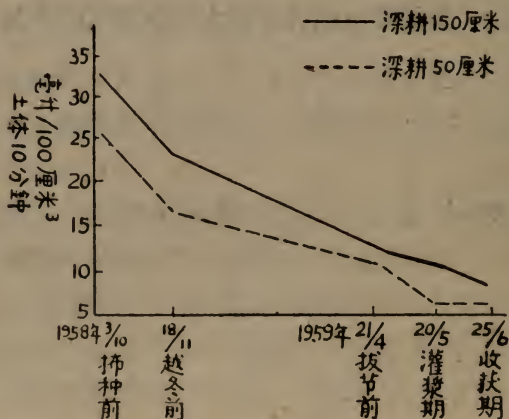


图 2 不同深耕地小麦生育期土壤透水性比较

表3 不同深耕地小麦生育期土壤最大持水量比較

(0—150厘米土层平均)

单位: 克/100立方厘米

测定阶段 处 理	播 种 前 3月10日	拔 节 期 4月21日	灌 浆 期 5月24日	收 获 期 6月23日
深耕150厘米	47.58	47.18	47.62	42.98
深耕 50厘米 (对照)	44.98	38.50	34.68	34.46

根据本所甘肃临洮基点的試驗研究, 加深耕作层可以增加透水性能, 如下表。

表4 不同耕作深度平均每分鐘滲透量

平 均 处 每分鐘滲透量 标尺讀数 c.c.	犁耕0.5尺	深 翻 1 尺	深翻1.5尺	深翻3尺
1	13.73	151.0	107.9	188.9
2	39.70	47.2	50.3	94.4
3	30.20	28.0	35.9	50.3
4	32.80	23.6	27.9	39.7
5	35.90	17.6	29.0	34.3
6	12.80	19.9	25.1	25.1
7	13.70	16.0	21.0	27.9
8	21.60	18.0	17.2	22.1
9	9.90	17.5	—	20.9
10	14.00	—	—	19.4

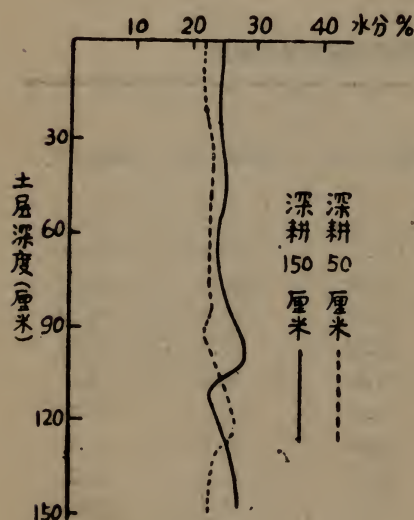
由于深耕能够同时增强土壤的透水性和持水性, 所以也可以提高土壤的含水量。根据本院小麦丰产試驗田、甘肃临洮本所基点及河北保定东风公社的資料, 都指出不同土壤条件下, 麦田深耕可以提高在某一生育阶段的保墒能力(图3)。

由于深耕改变了土壤水分的供求关系, 一方面增强了土壤的蓄水能力, 在北方可以防旱保墒, 另一方面在夏季多雨季节, 又可

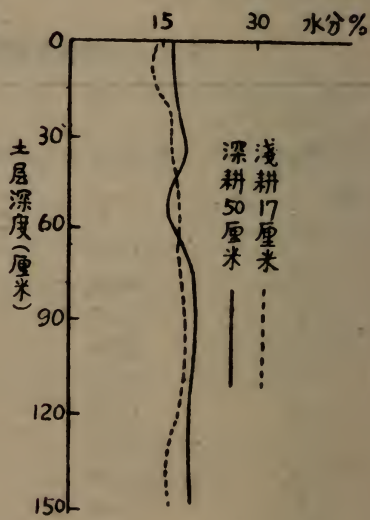


I. 山东寿张夹沟

II. 河北保定东风公社(黄沙土)



III. 甘肃临洮辛甸公社



IV. 本院南圃场试验地(黄沙土)

图3 不同土壤深耕对提高土壤含水量的作用

减少地面径流，并且在深耕地上雨后土壤上层积水现象将大为减轻。

三 深耕扩大了肥料的储备空间，增加了有效养分

从本院水稻及棉花深耕试验地所获得的资料，说明深耕施肥

后不久,有效养分就比深耕前增加,而且在深耕1—2尺范围内有随深度而增加的趋势,这对于幼苗的营养是很有利的(詳見表5)。

表5 不同深耕深度深耕前后土壤有效养分变化

(单位:毫克/公斤)

取 样 深 度 (厘米)	有 效 氮			有 效 磷			有 效 钾			备 考			
	深 耕 前	深 耕 后		深 耕 前	深 耕 后		深 耕 前	深 耕 后					
		深耕 25 厘米	深耕 50 厘米		深耕 70 厘米	深耕 25 厘米		深耕 50 厘米	深耕 70 厘米				
0—25	15	24	32	54	40	70	70	87	—	135	180	235	1.有效氮棉花地是硝酸态氮，水稻地是铵态氮。 2.棉花地和水稻地每亩施厩肥2万斤。
25—50	12	12	17	35	20	13	16	21	—	70	100	90	
50—70	12	12	17	24	13	13	13	21	—	60	70	80	
70—100	12	12	12	12	12	13	12	14	—	50	60	70	
水 稻 地													3.棉花地取样日期深耕前4月2日，深耕后6月2日。 4.水稻地取样日期深耕前3月23日，深耕后5月30日。
深 耕 前	深 耕 后		深 耕 前	深 耕 后		深 耕 前	深 耕 后						
	深耕	深耕		深耕	深耕		深耕	深耕					
	25厘米	40厘米		25厘米	40厘米		25厘米	40厘米					
0—18	2.1	1.2	8.7	57	76	57	—	190	170				
18—25	1.4	11.3	15.6	14	50	53	—	140	150				
25—40	1.2	10.4	9.3	13	36	40	—	166	130				
40—55	1.2	10.4	8.9	13	20	32	—	130	150				

又根据河北省农业科学院在保定市东风公社深耕試驗小麦拔节期养分測定結果,深耕处理,不論在全氮量、有机質、硝酸态氮及有效性磷等方面,均高于浅耕处理。这說明深翻結合施肥对提高土壤有效养分有显著作用,如表6。

目前在生产实践上存在的問題是深耕結合施肥的适当比例問題。深耕結合大量施肥固然可以增加土壤养分含量,而且施有机肥越多,养分也越高(表7)。但是,养分有效化的程度及其对作物吸收的关系却值得进一步研究。我們在小麦生长过程中,在深耕150厘

表 6 不同深耕深度結合施肥对土壤中养分的影响

(0—100厘米土层中平均数)

深耕深度(厘米)	有机質(%)	全 氮 (%)	硝酸态氮 (ppm)	有效磷 (ppm)
15	0.622	0.067	9.9	4.8
33	0.742	0.084	34.6	9.5
66	0.782	0.081	53.5	22.4
100	0.790	0.085	49.9	21.2

(河北省农科院在保定市东风公社分析結果)

米施有机肥料30万斤以上(甲号地)和深耕50厘米施有机肥10万斤(乙号地)两个地段上进行了系統观察,結果指出:(1)甲号地由于耕的深,施肥多,不仅全量养分增加,而且在各生育期中土壤有效养分也大大比乙号地为多,有效磷增加約一倍,有效鉀增加二、三倍,有效氮变化較大,但也显著增加;(2)虽然甲号地养分比乙号地增加,但是根据分析結果,对小麦吸收的影响却不太明显,在这样特殊的大量施肥的条件下,小麦对氮、磷、鉀的吸收量并不是随养分

表 7 深耕施肥对麦田养分含量的影响

代 号	处 理	取 样 深 度 (厘米)	有机質 (%)		全 氮 (%)		全 磷 (%)		全 鉀 (%)	
			播种 前	收获 时	播种 前	收获 时	播种 前	收获 时	播种 前	收获 时
	深 耕 前	0—20	1.53		0.064		0.21		0.52	
		20—50	1.53		0.078		0.33		0.52	
		50—100	—		0.054		0.10		0.53	
乙 号 地	深耕50厘米	0—30	2.23	2.35	0.13	0.11	0.60	0.46	0.68	0.48
	基肥: 廐肥10万斤, 豆餅	30—65	1.70	1.65	0.08	0.07	0.55	0.30	0.53	0.48
	1,000斤, 硫酸100斤, 过磷	65—100	1.16	1.27	0.09	0.08	0.24	0.24	0.67	0.59
	酸鈣100斤, 硫酸鉀100斤	100—150	0.54	0.72	0.05	0.05	0.12	0.10	0.47	0.34
甲 号 地	深耕150厘米	0—30	2.44	2.83	0.15	0.13	0.56	0.44	0.53	0.66
	基肥: 廐肥30万斤, 豆餅	30—65	2.75	2.90	0.14	0.12	1.48	0.42	0.50	0.63
	2,900斤, 硫酸800斤, 过磷	65—100	2.99	3.75	0.20	0.18	0.56	0.45	0.62	0.77
	酸鈣800斤, 硫酸鉀400斤	100—150	3.62	3.28	0.14	0.17	0.48	0.40	0.65	0.67

遞增而遞增，因此，甲号地和乙号地小麦植株氮、磷、鉀含量的差异也不明显，其原因何在，尚待进一步研究；(3)各生育期植株氮、磷、鉀含量的变化却有着共同的規律，即在生长后期植株养分都急剧降低(这当然是由于轉化到籽实中的原故)，而在拔节期以前植株是同时大量需要氮、磷、鉀的。更值得注意的是甲号地亩产498斤，而乙号地为650斤。因此，在特殊大量施肥条件下，当年并不能使小麦有效的吸收利用和产量提高，进一步研究适宜的深耕深度与有机肥料配合比例是必要的。

四 深耕增强了土壤微生物的活动

在过去深耕的情况下，表层微生物較多，下层較少。深耕結合施肥，微生物数量不但有显著增加，而且上下土层的分布趋于一致；同时，微生物組成也有了改善，磷細菌也能在深层土壤中发育；土壤

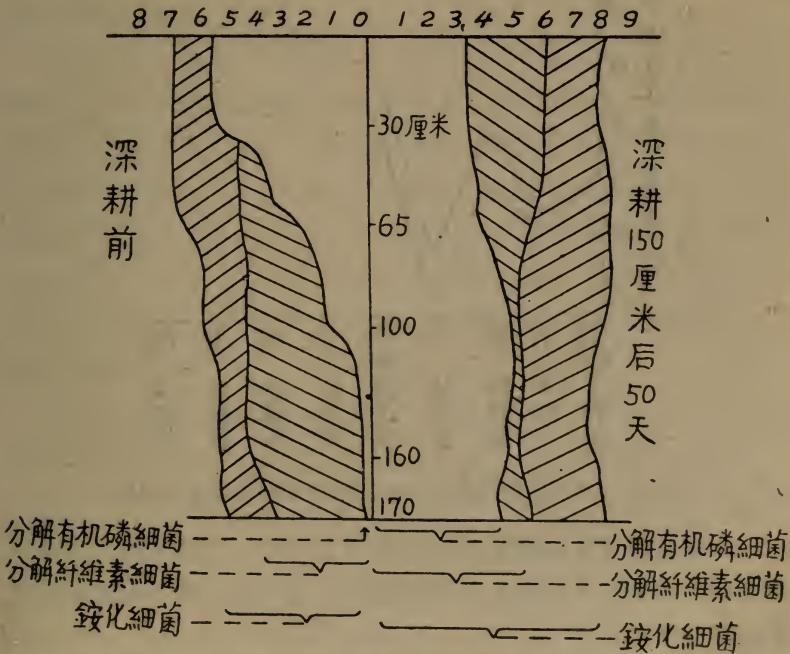


图4 每克土中微生物数量(对数)

底层**氨**化細菌数增加了百倍到千倍(图4)。

深耕150厘米的各层土壤微生物在小麦整个生长期中都 比 深耕50厘米对照地的数量多。而底层土壤的这种差别更为明显,数量相差十倍以至百倍(图5)。

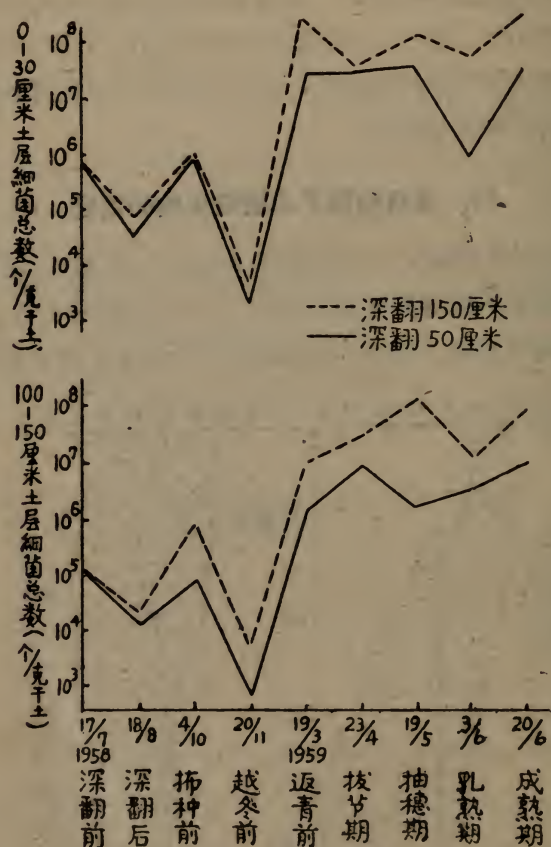


图5 不同深耕深度麦田各层土壤細菌总数变化比較

深耕打破了土壤微生物分布在上层多于下层的現象,使土壤微生物的数量大量增加,这就有助于土壤中有有效养分的积累和土壤物理条件的改善。

但是,从試驗中同时又观察到深层大量施肥的另一种結果。在

嫌气条件下,由于多硫化細菌的作用,产生硫化氫等有毒物質,对小麦根系生长发育起不利的影响。

从上可見,土壤熟化程度是土壤理、化、生物性質的綜合反映。土壤理、化、生物特性变化的互相作用与相互制約,又組成了土壤肥力的統一体。良好的土壤物理性能,为养分有效化和微生物活动的增强提供了优越条件。而微生物活动的改善,又有助于养分的分解合成,和土壤結構的形成,从而为作物生长发育創造了理想的环境。因此我們进一步認識到,良好的結構性、养分的有效化(作物有利的养分条件)和有益微生物活动的增强,是土壤熟化的三个最重要的标志。

五 深耕改变了小麦根系生長的习性

(一)深耕与小麦根系分布的关系 根据我們在深耕麦田較系統的調查,列表說明如下:

从表8可以看出,在深耕15—22厘米条件下,根系密集在0—30厘米表土內,占总根量的70—80%左右。加深耕作层后可以改变这个习性,根系分布均匀,这对充分利用土壤营养面积是有利的。深耕33厘米的根量在0—30厘米土层中占总根量的60—70%,深耕50厘米的根系分布更均匀,10—30厘米土层只占总根量的30—60%。而深耕50、100、150厘米的根系分布就差异不大,根量分布多在大约50或70厘米的土层內。在深耕50厘米以上并不是深耕越深,根系分布越均匀。

(二)在深耕大量施肥和浅耕少肥不灌水的不同条件下,在小麦生长期間根系分布深度和根量也有显著的不同表現,如表9。

表7的資料說明: 1.大量施肥条件下,深耕对小麦根量的影响在不同生长期間是不同的。越冬前深耕越深根量愈多,但是在拔节、灌浆期間,深耕的根量反而有减少的趋势,以深耕50厘米的根量最多。2.从深耕150厘米、100厘米、50厘米三个处理来看,根系分布深度随深耕深度而增加。3.很有趣的是浅耕少肥不灌水的小麦

表 8 小麦根系分布变化与深耕的关系

試驗 地点	深耕 深度 (厘米)	各 土 層 占 总 根 量 的 %						
		層 次 (厘米)	越冬前 12月15日	返 青 3月19日	拔 节 4月16日	灌 浆 5月29日	收 获 6月19日	整个生育期 根量平均分布 (%)
北京 本院 南圃場 深耕試 驗地①	150	0—30	43.15	53.83	42.20	45.07	33.39	43.53
		30—50	29.16	18.42	15.80	17.55	19.52	20.09
		50—70	17.55	17.55	19.73	16.86	27.61	19.86
		70—100	9.22	9.47	17.12	11.40	12.45	11.93
		100—150	0.89	0.72	5.14	9.12	7.03	4.58
	100	0—30	53.35	55.53	39.37	33.09	31.26	42.52
		30—50	24.16	19.11	16.97	21.13	18.61	20.00
		50—70	15.77	17.86	32.24	20.81	18.35	21.01
		70—100	6.72	7.20	6.68	16.53	22.70	11.97
		100—150	0	0.30	4.75	8.44	9.07	4.51
	50	0—30	64.00	43.22	47.26	26.08	34.03	42.92
		30—50	25.77	25.12	21.50	28.52	29.69	26.12
		50—70	6.22	23.63	18.06	28.87	23.28	20.01
		70—100	4.00	7.80	12.81	13.32	4.45	8.48
		100—150	0	0.23	0.37	3.20	8.55	2.47
北京本院南圃場附近东升公社生产田	15	0—30		74.54	82.07	63.71		73.44
		30—50		12.10	7.14	11.80		10.35
		50—70		7.81	5.87	12.53		8.74
		70—100		4.13	3.48	8.94		5.52
		100—150		1.42	1.44	3.02		1.96

試驗地点	深耕深度 (厘米)	取 洋 深 度 (厘米)				
		0—20	20—35	35—55	55—75	75—95
河北保定 东风公社 ②	50	51.2	18.18	14.2	11.1	4.7
	33	60.0	19.2	10.4	9.6	0.8
	17	71.5	18.1	7.8	2.5	0.1
河南沈正 县畜牧場 ②		0—25	25—50	50—75	75—100	
	33	70.58	13.35	10.80	5.18	
	22	83.43	6.51	5.91	4.14	

① 本院地下水位在小麦生长期中是 2 米以上。

② 系河北省农业科学院土壤肥料研究所和河南农科所調查資料。

表9 小麦生长期間根系生長变化表

(单位: 根量毫克/升, 分布深度: 厘米)

試驗地点	深耕施肥情况	土層 深度 (厘米)	越冬前		返青后 ^①		拔节期		灌浆期		收获时	
			根量	分布 深度	根量	分布 深度	根量	分布 深度	根量	分布 深度	根量	分布 深度
北京本所 南園場試 驗地	深耕150厘米,	0—50	243		141		144		118		159	
	耕層施底肥30	0—150		122		145		150		183		182
	万斤	总量	336		209		249		189		301	
北京本所 南園場試 驗地	深耕100厘米,	0—50	231		176		152		123		118	
	耕層施底肥30	0—150		100		108		132		161		164
	万斤	总量	298		249		269		226		237	
北京本所 南園場試 驗地	深耕50厘米,	0—50	202		147		206		184		145	
	耕層施底肥30	0—150		78		105		123		153		155
	万斤	总量	225		215		299		337		228	
北京本院 南園場附 近东升公 社生产田	深耕15厘米,	0—50			2076		944		411			
	施土粪5,000	0—150				104		132		145		
	斤, 未浇过水	总量			2396		1059		545			

根量在各个生育期均比深耕多肥显著增多, 根系分布深度也相差不多。这个现象可以认为根系生长发育, 除了与深耕深度有关外, 水分和养分条件也是很重要的, 在水分养分不良的条件下, 小麦为了满足其生长发育的需要, 根系特别发达也是可能的。

六 小麦的适宜深耕深度

土、肥、水三結合的深耕方法可以熟化土壤, 改善土壤的理化、生物性状, 因而可以增加小麦的产量。但是产量是綜合貫徹农业“八字宪法”的結果, 而不是仅仅决定于土壤熟化的程度, 更不能够理解为深耕越深, 土壤越熟化, 产量也越高。从表10材料看来, 在浅耕15厘米条件下, 小麦产量是最低的(无论是多施肥或少施肥), 随着加深耕层, 深耕在22、33、50、60厘米的小麦产量, 都有比浅耕地

① 本所深耕試驗地返青后曾大量剪叶疏苗。

表 10 深耕深度对小麦产量的影响

地 点	深 耕 深 度 (厘米)	实际产量 (斤/亩)	增 减 产 (%)	其 他 技 术 条 件
北京本所深耕 試驗田	150	539.7	—7.43	各处理每亩分層施入廐肥30万斤
	100	575.8	—1.24	
	50	583.0	—	
北京本院丰产 試驗田	150	498	—23.39	每亩施廐肥30万斤,豆餅2,900斤.
	对 照 田	50	650	—
北京本院南園 場附近东升公 社	15	150		每亩施基肥土糞5,000斤, 追施 土糞6,000斤, 未灌水.
	50	410	+73.33	每亩施基肥土糞3万斤, 追施土 糞1万斤, 抽穗期灌水一次.
山西运城县猗 氏人民公社 (本所基点)	32	432.7	+23.34	每亩施基肥2万斤, 二犁三耙, 追肥6,000斤, 旱地, 播种量每亩 60斤, 品种碧蚂1号.
	22	377.8	+ 7.7	
	15	350.8	—	
同 上	57	500.4	+40.72	每亩施基肥10万斤, 其他同上.
	32	440.6	+23.9	
	15	355.6	—	
山西解虞县龙 居公社	47	590.3	+14.73	三犁七耙, 每亩施基肥土糞10万 斤, 旱地, 播种量每亩82斤, 品 种南大2419.
	32	514.3	—	
南京本院江苏 分院	18	600.6	—	
	33	642.0	+ 7.00	
	50	655.2	+ 9.20	
	66	652.0	+ 8.60	
陝西宝鷄市农 科所	16	481.2	—	
	25	505.0	+ 4.95	
	33	533.0	+10.80	
	66	550.2	+14.10	
	99	574.0	+19.40	

增加的趋势,而深耕100厘米以上的,在当年产量有遞减的现象。因此,为了获得全面而可靠的增产效果,在目前技术水平和物质条件下,关于合理的深耕深度问题,必须使技术指标和经济指标密切結

合起来，統一考虑。1. 多施有机肥促进土壤熟化，是深耕增产的重要保证。为了适应这一需要，一方面要大力开辟肥源，另一方面也必须考虑当前究竟有多少肥料，作为解决深耕深度的根据之一。2. 根据各地试验证明，深耕到一定的深度，作物根系的总量和分布深度并不是直线上升的，而且主要根群集中在50厘米左右之处。3. 由于深耕改变了土壤水分的供求关系，一方面增强了土壤的蓄水能力，可以减少夏季雨后地面径流。另一方面，耕翻太深，秋季小麦播种以前，如果无力加灌大量场水，虚土必将下陷，很容易增加管理上的困难。其次，春作物播种前灌了场水，能够降低地温，以致延迟出苗期。据山东农业科学院在棉区的调查资料，加灌场水之后，地温降低 4°C ，妨碍作物的出芽。4. 在深耕机具方面，各地都为创造先进的制品付出了极大的力量，但是，一下子还不能适应当前的急需。况且在全国各个战线上全面跃进的今天，也必须考虑劳、畜力的现实问题。因此，在目前技术水平和物质条件下，一般土壤的小麦产区，深耕七、八寸到一尺是比较合理的；当然，进行更深一些的试验研究仍然是必要的。

冬小麦根系田間初步观察

中国科学院植物研究所

植物的根系因为生长在地下，我們看不見它的生长状况，比起地上部分来说，根受人的控制也少得多。植物的根系与地上部分都是整个植物体的不可分割的部分，这两部分在生长、发育过程中相互联系，相互影响，它們各自所处的环境条件是有差别的，又各自受着不同的环境条件的影响。从根系来说，生长得好坏，利用自然条件和生产条件所创造的环境条件如何，都与地上部分的生长、发育和产量、品质密切相关。在一定意义上讲，根系能够决定着地上部分的生长、发育和产量。植物在生长、发育过程中需要多种环境条件（如温度、空气、日光、水分、养分等），人們对于气温、空气湿度、光量等的改变很少。可是人可以通过适宜的耕作、施肥、灌溉、排水等措施去影响土壤的结构、肥力、通气状况、湿度和温度。这些措施首先是为根系创造良好的生长环境，从而影响地上部分的生长、发育，以期得到高产。这样看来，了解作为吸收水分、营养物质的根系的习性和活动以及根系与土壤中各种条件的关系有着很重要的意义。尤其在考虑耕作、施肥、灌溉等措施时更显得必要。

根据上述这样看法，一年来我們在北京市丰台区小屯的四块麦田上，按小麦的不同生长时期对冬小麦根系作了五次田間观察，得到了一点资料。由于这四块田具体生产条件的局限性，我們观察的次数又少，使用的方法粗放，不可能提出什么较为肯定的规律。在1959年8月北京市作物学会主办的小麦丰产经验交流会上我們汇报了这部分工作，有些同志认为这些资料还可以用来和其他有关根系的资料对照，从中看出在1958年生产上所用的极为复杂的、多

样的措施下，小麦根系的不同反应，供以后深入研究时参考。因此，下面就把我們所看到的現象、一些很不系統的資料和一些粗淺的、可能是錯誤的看法写出来請同志們参考并指正。

我們观察根系的四块田都在北京市丰台区小屯，其中三块是深耕、多肥的試驗田，一块是肥料相当充足的一般大田。四块田（分別称 1、2、3、4 号田）都是水分充足的灌溉地，土壤質地都是砂壤，1 号田地下水位 180 厘米，其他田都在 2 米以下。这四块田結合澆冻水和返青水追施人粪尿每亩 5 千至 1 万斤，越冬前噴过磷

表 1

田号	品 种	播种期	播种量 (斤/亩)	耕 深 (尺)	底 肥(斤/亩)	灌 溉
1	农大183号	9月18日	60	3.5	鸭粪土20万, 粪稀1万, 氯化钾100	5次(其中一次是塌地水)
2	农大7号	9月12日	120	3.5	鸭粪土12万, 粪稀5千, 麦秆1.5万, 馬粪1.5万	5次(其中一次是塌地水)
3	农大7号	9月29日	120	5	麦秆5万, 馬粪、猪圈粪5万	5次(其中一次是塌地水)
4	农大16号	9月12日	35	1	农家有机肥1万	3次

酸鈣每亩 5 斤，拔节期施防伏素(氮、磷、鉀混合肥)每亩 100—300 斤，其他基本情况見表 1。取样方法如下：根长是指从土壤剖面上找具有根冠的最长的根在土壤中的深度；根重是隔 10 厘米取一层，把 1 升容积內的根同土壤一起取出，把根全部摘出，洗淨，烘干后称重得出的。全部土层的根重加在一起得出总根重。最后在完熟期各取了一个深 150 厘米的整段根系标本。取样日期見表 2。

表 2

田号	取样次数	1	2	3	4	5
	生长时期	分蘖初期	分蘖期	越冬开始地上部分停止生长	拔节开始	完熟期
1	取样日期	58, 10, 24	58, 11, 14	58, 12, 26	59, 4, 1	59, 6, 19
2		58, 10, 27	58, 11, 15	58, 12, 26	59, 4, 1	59, 6, 20
3		58, 10, 28	58, 11, 15	58, 12, 26	59, 3, 31	59, 6, 25
4		58, 10, 28	58, 11, 15	58, 12, 26	59, 3, 31	59, 6, 25

(一)根扎的深度生長速度和根重 我們在这四块田上所看到的最深的根在土壤中深达240厘米。根的生长与地上部分不同，生长速度很快。初生根生长到越冬时就已接近一生中最深深度(包括次生根的深度)。

表 3 不同生長时期根長度(厘米)

田号	10月27—28日	占最长根长度的%	11月15日	占最长根长度的%	12月26日 (越冬开始)	占最长根长度的%	最长根长度
2	95	62.9	136	90	148	98	151
4	118	49	150	62.5	215	89.5	240

(二)根对土壤结构的反应 4号田上生长在特別坚实的土壤中的幼苗，根只在地面下15厘米以內大量分布(图1)，地上部分比較矮。同块田上生长在疏松土壤中的根在同一生长时期已扎到100厘米以下(图2)。

(三)根对土壤中肥料的反应 根系对各种环境因素(如土壤湿度、土壤溶液性質、通气状况等)的反应都很灵敏。可是从我們观察的四块田来看，三块是深翻、高肥的試驗田，一块田虽然也施肥較多，但与其他三块田比相差悬殊(見表1)。我們分析对比了一些数据以后認為，在这四块田中，根系对肥料的施用量、施用部位、腐熟状况等的反应程度超过了对其他环境因素的反应(在其他田上起主导作用的可能是其他因素)。

1.根系对土壤中施肥量的反应： 生长在施肥較多土壤上的小麦比生长在施肥較少的同样土壤上的小麦根短。如3、4两块田在同一地块上，3号田施底肥每亩10万斤，根长186厘米，4号田施

表 4

田 号	每亩施底肥(万斤/亩)	根长(最长根)(厘米)	%
4	1	240	100
3	10	186	77.5
2	15	151	62.9

底肥每亩1万斤,根长240厘米,前者占后者的77.5%。2号田施底肥每亩15万斤,根长151厘米,仅为4号田的62.9%(见表4)。

从根系的重量^①看,施肥较少的根量重于施肥较多的。四块田五次测定所得的数据,都表示出一致的结果。例如3、4两号田的根

表5 3、4号田根量对比(%)

田 号 \ 观 察 日 期	10月28日	11月15日	12月26日	3月31日	6月25日
4	100	100	100	100	100
3	38.9	79.6	56.5	44.1	66.1

表6 1、4号田根系在各土层中的重量

田 号	4		1	
取 样 日 期	58, 11, 15	59, 3, 31	58, 11, 14	59, 4, 1
土 层(厘米)	根 重 %	根 重 %	根 重 %	根 重 %
0—10	46.75	30.48	37.83	34.28
10—20	12.06	15.95	7.82	13.15
20—30	8.10	7.63	4.91	7.34
30—40	4.70	4.96	5.38	8.64
40—50	4.08	3.32	4.14	4.80
50—60	4.78	3.99	13.27	3.99
60—70	4.02	3.84	11.23	3.57
70—80	2.95	2.51	4.61	9.33
80—90	2.84	2.50	3.32	2.62
90—100	2.43	2.41	1.99	2.60
100—110	2.41	2.42	1.19	2.36
110—120	2.40	2.67	1.45	1.88
120—130	2.30	3.05	1.25	2.01
130—140	1.23	4.55	1.10	1.36
140—150		3.52	0.29	0.69
150—160		2.60	0.22	0.79
160—170		1.18		0.47
170—180		1.03		
180—190		0.96		
190—200		0.53		

① 指的是地面100平方厘米面积底下土柱中的全部根的重量。

量对比(表5)。

根系在土壤中的分布是不均的，一般的是上层根多于和重于下层根。就这四块田看，地面下0—30厘米上层内的根重占总根重的50—80%以上。总根量70%以上的根多在0—40厘米或0—70厘米土层内(见表6)。

2. 根系对不同土层中肥料量的反应：土壤中的肥料在各层中分布较均匀或从上到下递减时，根在各层中分布是从上向下逐渐减少(图3、5)。如果有的土层中肥料含量明显地高于上下邻层时，则根在该层的分枝要丰富得多，根重也显著增加(图4、6)。挖根时观察土壤剖面发现，有大量肥料积聚的土层，根的分枝就明显地

表7 根量与土壤中全盐、全氮含量的关系

土壤层次(厘米)	根 量 %	全 盐 %	全 氮 %
20—30	7.34	0.044	0.052
30—40	8.64	0.048	0.062
40—50	4.80	0.037	0.047
60—70	3.57	0.032	0.053
70—80	9.33	0.042	0.071
80—90	2.62	0.038	0.046

(1号田, 1959年4月1日取样)

增多，根量也更重。从土壤成分分析结果看，某些层中根的分枝多，根量重与该层土壤中全盐、全氮^①含量的多少是一致的。除3号田有其他原因以外，各田各时期都表现出一致趋势。从表7和图4、6可以看出，1号田4月1日的取样，30—40厘米和70—80厘米两层的根重、全盐、全氮的含量百分比都分别高于相邻的上下两层。

在其他条件相似的情况下，肥料较少土壤中的根比肥料较多土壤中的根为深，量较大；肥料较多的层中比在肥料较少的层中根

^① 全盐指的是土壤中水溶性盐类的含量(不包括有机盐类)；全氮指的是土壤中含氮化合物(不包括硝酸盐和亚硝酸盐)中氮的总量。

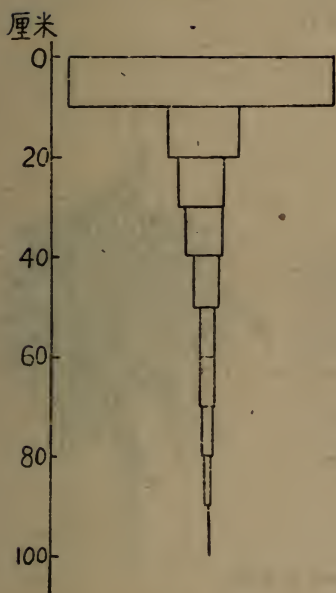


图3 4号田各层根量百分比图解
(1958年10月28日)

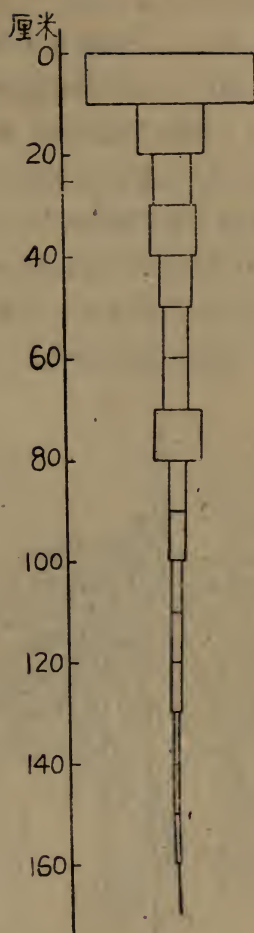


图4 1号田各层根量百分比图解
(1959年4月1日)

多、量重。我们对上述两个似乎是矛盾的现象产生的原因，有一点粗浅的、可能是错误的看法。

我们观察根系时发现小麦共有三级根^①，可能是由于不同条

① 我们从幼苗期和成熟期的标本上只找到三级根。胚轴及其附近生出的初生根及从分蘖节生出的次生根为一级根，一级根上的侧根为二级根，二级根上的侧根为三级根。

件下各級根的数量、长短、粗細不同而造成的差別。就初生根(种子根)来看,冬小麦一般地每株都是五条,生长在肥料較少的和肥料較多的土壤中的一級根在重量方面可能相差不大。但由于生长在肥料較少土壤中根向周围扩展主要靠二級根,因此,二級根长的較长、較多,所以根量比生长在肥料較多土壤中的根量重。生长在肥料較多土壤中的根虽然較短,但三級根的数量显然增多,因此,单位容积內,这种根的吸收效率較高。但由于三級根更纖細,重量較輕,虽然数多,但結果生长在肥料多的土壤中的根比生长在肥料少的土壤中的根总量仍然輕些(如图 6)。

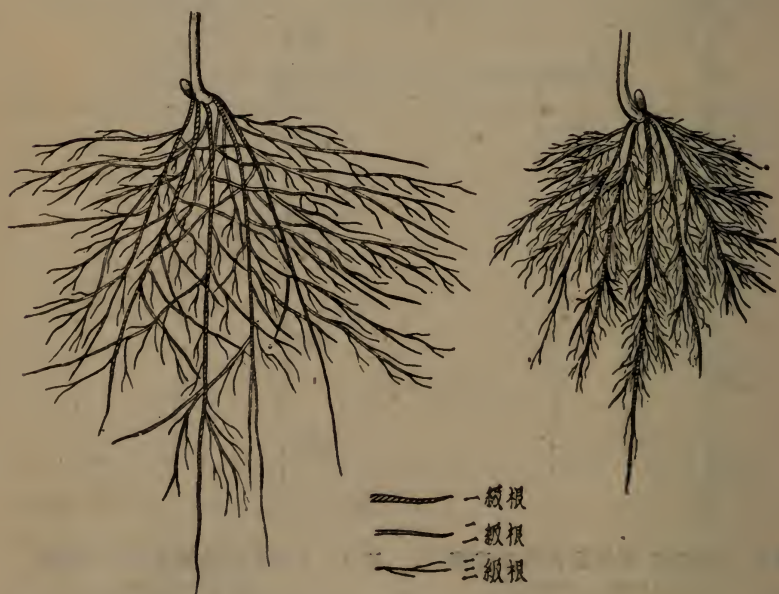


图 5 (左)肥料少的田小麦根系发育状况示意图

(右)肥料多的田小麦根系发育状况示意图

我們考虑这可能主要是根对周围环境条件的生物学适应。即生长在肥料較少(营养条件較差)的土壤中的根扎的較深,扩展的較广,从而扩大了吸收养分、水分的范围,是根对土壤中单位容积

內营养物質較少的反应。这样的根系对少肥干旱不良环境的抵抗
力較强。生长在肥料較多的土壤中的根,扎的較浅,扩展的范围較
窄,但由于分枝較多,吸收的水分、养分也相对地增多。这样的根系
耐少肥、耐干旱能力較弱。

3. 根对不腐熟肥料的反应: 根不易穿过积累大量不腐熟肥
料的土层,在有大量不腐熟肥料的土层中根分枝較少,根量輕,与
根在大量腐熟肥料层中的反应相反。如3号田每亩施不腐熟的麦

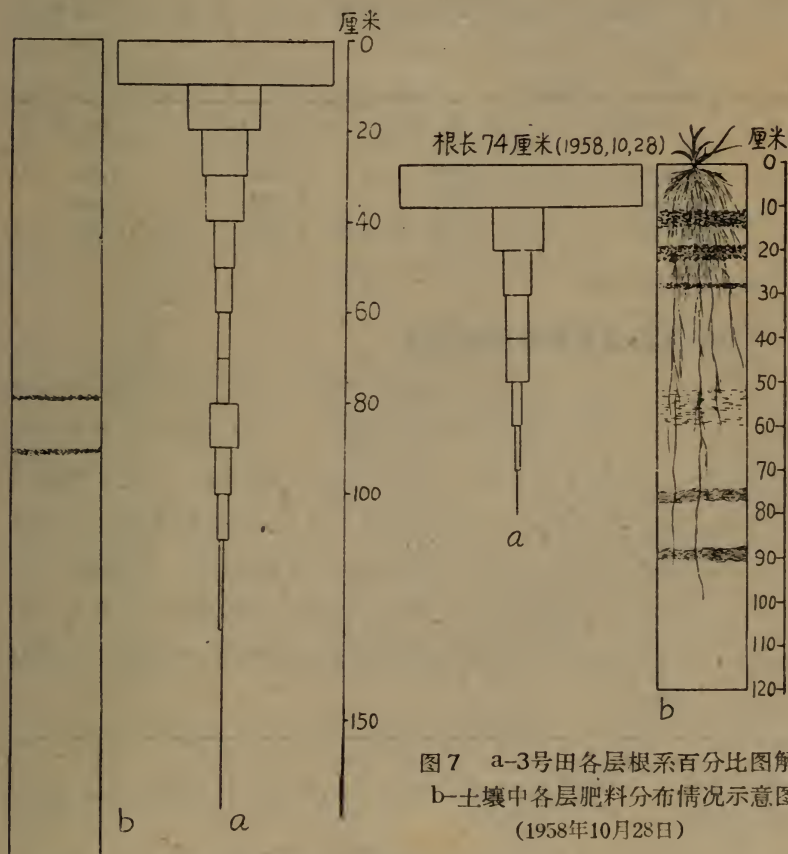


图 6 a-3号田各层根量百分比图解
b-土壤中麦秆肥分布情况示意图
(1959年3月31日取样)

图 7 a-3号田各层根系百分比图解
b-土壤中各层肥料分布情况示意图
(1958年10月28日)

稈肥 5 万斤,分两层集中施下,一直到小麦成熟时还没有很好地腐熟。根对麦稈肥集中的层及上下相邻的层的反应也是很明显的。10月28日根长74厘米,在74—78厘米处有一层不腐熟麦稈肥集聚,所以,根不能穿过(图7、8)。3号田根分枝多,根量大的80—90厘米一层与該层及上下邻层土壤中全盐、全氮含量多少不相一致。全盐、全氮含量高的一层出现在根量大的上一层,这可能因两层不腐熟麦稈肥集中层,对根系有一定的不良作用,全盐含量高的层可能其中含有有害盐类的浓度过高,致使根分枝少,根重减少(见表8)。

表 8

(1959年3月31日取样)

土 層(厘米)	根 量 %	全 盐 %	全 氮 %
60—70	2.95	0.048	0.035
70—80	2.31	0.086	0.056
80—90	4.39	0.062	0.031

注:测定方法同表6。

(四)从根量方面看出的問題

1.小麦在各个生长时期根量是不同的,从我們取的五次样来看,在一生中有二个最重时期的高峰,一个約在播种后一个半月左右,另一个在拔节开始时期。因受取样日期所限,这两个高峰可能不在上述日期,但也可能接近这两个日期,这可能是反应根系在这两个时期活动的最强。后一期(拔节开始期)比前一期更重,这可能是次生根充分发挥作用的时期。根量随生长时期不同,不是一直增加,可能是因为根不能終生維持同样旺盛的生理机能,随年龄

表 9

土層(厘米) \ 日 期	10月28日	11月15日	12月26日	3月31日	6月25日
根 量 %					
70%以上	0—30	0—40	0—70	0—70	0—90
80%以上	0—40	0—60	0—100	0—110	0—120
90%以上	0—70	0—90	0—120	0—140	0—140

增加,衰老部分組織破坏,重量减轻,老根主要是輸送养分、水分的作用,吸收的机能由不断生出的新根代替。

(2)随生长时期不同,虽然根总长度相似,但下层所占的百分比越来越愈高,如4号田(表9)。这可能是越往后期根在土壤較下层活动增强,較下层的养分可能被吸收利用的更多,在过去的文献中有过类似的記載。

(五)不腐熟肥料及农藥对根的毒害作用 2、3号田的小麦幼苗,在出土后十天左右,发现有些显然矮小和叶尖变黃的現象,观察根系有异常变态,正常苗的根已长到20厘米左右时,病态根长只不过1—2厘米,显著增粗,根尖膨大,黃褐色,一丛根形似鷄爪,所以称它为“鷄爪根”(如图9、10、11、12)。

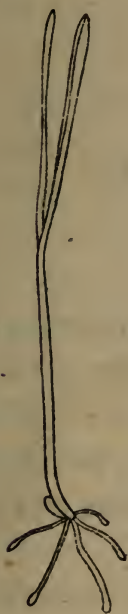


图9 出苗后10天的
“鷄爪根”

(1958年9月15日)

在解剖构造和細胞方面与正常根也有显著差异,我們发现細胞分裂很多,是无絲分裂(正常的是有絲分裂),細胞产生多核現象(正常的为单核),有的是二球形、多球形,甚至有的是葡萄状。这可能是因为細胞分裂过程中沒有产生新細胞壁而造成的。有时,在一个細胞內核分裂几次,形成多个小細胞,包含在一个大細胞之內,有时这样的小細胞达十余个之多(細胞質和其他方面的变化正在研究)。細胞排列很不規則,显然,大大降低了伸长能力,可能不形成正常的組織,从而生理机能,尤其是吸收机能,受到严重障碍。結果,植株异常矮小,如果水分供給不足,植株随时发生死亡,水分供給充足时,虽然也能够分蘖、抽穗、結实,可是由于根的机能受到严重障碍,植株始終陷于极度营养不良状态,产量特

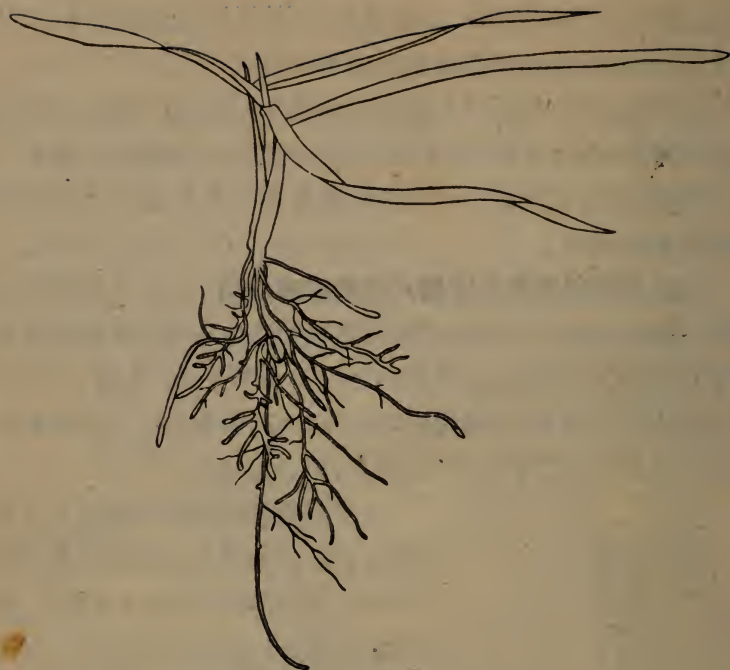


图10 越冬前的“鸡爪根”苗，1个分蘖，初生根5条，次生根5条，尖端均膨大。
(1958年12月25日)

別低。

这种根在北京郊区和其他省都有发现。有的田因“鸡爪根”苗过多而重新翻种。根据田间调查和实验室水培实验初步证明，使用农药666不当所造成的毒害是产生“鸡爪根”的原因之一。我们所作的水培实验，在培养液中666浓度达2.5P.P.m.时就形成“鸡爪根”。根据田间调查，也可以看出“鸡爪根”的形成与施666农药过多，而且与土混合不均或直接与种子接触有关。

不腐熟肥料量大，在分解时可能产生毒素，也可能是形成“鸡爪根”的原因之一。例如1号田每亩用33斤6%的666粉，没有形成“鸡爪根”，3号田没有施用666粉，却产生了“鸡爪根”。这种根绝大多数出现在施肥量大的试验田中，其中有施过666粉的，但也有没

有施过的。因此我們考虑可能是不腐熟肥料过多的毒害。如2号田有两畦沒有施用666,出现了“鷄爪根”,主要是施人粪尿(未腐熟)造成的。我們用該畦土壤另加一半未施肥、未施666葯的土壤盆栽,結果“鷄爪根”重复出現。

我們測定“鷄爪根”附近土层(12厘米)的地温,較正常根附近的地温高 1°C 左右(表10)。

表 10

(1959年9月26日測定)

田号及測定地温及取样土層	正 常 苗	“鷄爪根” 苗
2号田地地下12厘米(根附近的地温)	24.5°C	25°C
3号田地地下12厘米(根附近的地温)	24.5°C	27.5°C
2号田根周围土壤水提液全盐浓度 (地面下4—7厘米)	0.33%	0.33%
同上(根下一層9—17厘米)		0.68%
2号田浇过一次水后的全盐浓度	0.22%	0.40%

注:当时气温为 23.5°C 。

土壤溶液的浓度有增高趋势(表10),从这些現象看,可能是因为不腐熟肥料分解产生毒素,或者因肥料过多,分解后使土壤溶液浓度增高造成的。

发生“鷄爪根”以后,澆水有好的作用,因为水可以将有害物質的浓度冲淡或冲洗到下层去(见图13、14)。

根据我們所观察的一些現象,归納为下列几个問題:

(一)根的生长速度很快,出苗后不久(一个月多)就能扎到一米以下土层中,在越冬前即可接近一生中最深深度。但根在土壤中的分布是不均的,地面下0—30厘米土层中根最多,占总根量的50—80%以上,总根量的70%以上的根,多在0—40或0—70厘米土层內。耕地的深度不一定只看根扎的深度,要結合根的主要分布层来看,因为50或70厘米以下的根只占总根量的20%多。在根重方面有两个时期出現两个高峰,一个在出苗后一个半月或接近这个时期,一个在拔节初期或接近这个时期。所以采取影响根系生长的生产措施,应早期进行,最好是在播种前进行。追肥也应该在第二个

高峰出現之前(拔节前)进行。

(二)根对土壤中各种条件的反应,都很灵敏,在其他条件相似情况下,如果肥料用量相差很多时,根对于肥料的反应更为显著。同样土壤上生长的小麦,施肥多的比施肥較少的根短,就总根量看也少。但在营养物質丰富的土层中,根的分枝增加很多,从而相对地增加了根重。这些現象都是根对土壤中肥料多少的适应。这样看来,通过施肥可以控制根的主要分布层。根短些(不过分短),量少些,可能是根对土壤中好的营养条件的反应。所以,不一定以根长短、根量多少来作为评价深耕多肥优越性的指标。

(三)不腐熟的肥料不但沒有好处,反而对根系产生毒害作用,因而造成植物生长、发育不良,以致减产。所以应该强调施用腐熟的肥料,尤其是堆肥、綠肥施用前应该充分发酵。

(四)根对土壤结构的反应也是明显的,在坚实土壤上生长的根系不如生长在疏松土壤上的根发育得好,因此,深耕是必要的,尤其是考虑到深耕后对土壤通气状态、水分状态等物理化学性质的改善更为重要。据文献記載,作物在抽穗和接近于成熟时,根系从土壤較下层吸取的养分多于从上层吸取的,根的最活动部位也是逐渐下移的;深耕的优越性,可以从这些方面考虑。根据根的主要分布层在0—60厘米或0—70厘米以及当前的肥料供应情况和劳动力情况,深耕1尺左右是适宜的,作为实验研究来说,还可以考虑更深一些。考虑到根系在土壤中对肥料的反应,应该把肥料施在地面下10—30厘米层内,尽量控制根在最表层0—10厘米内多生些二級根及次生根,对防倒伏、耐干旱有利。根可在10—30厘米层内密集,吸收充足的养分和水分。

(五)小麦的初生根(种子根)一直到成熟时都有作用,次生根(节根)主要是在返青后活动才更旺盛,次生根的数目与分蘖数目有一定相关性,但没有必然联系,如初生根生长受到不良影响时,会生出大量的次生根。

(六)“鷄爪根”是一种不良条件下受毒害的病态根,在形态上、



图1 生长在坚实土层上的幼苗

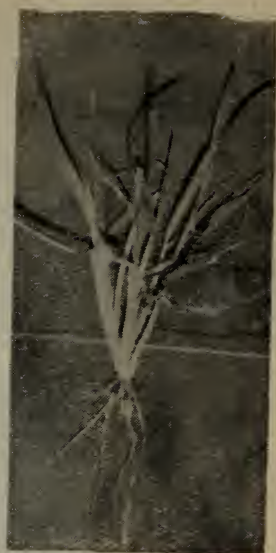


图2 生长在疏松土层上的幼苗



图8 出苗后10天的“鸡爪根”



图 11 鸡爪根苗与正常苗(左)

图 12 浇水后的“鸡爪根”苗

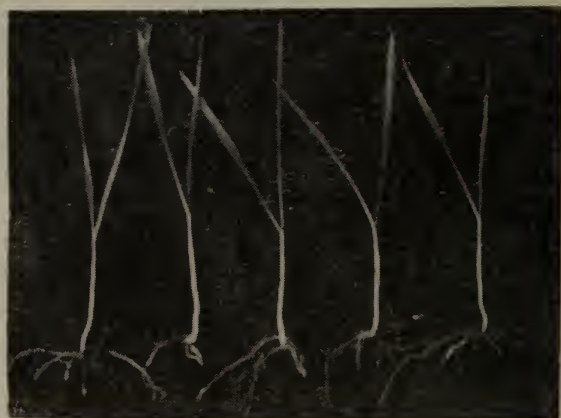


图13 浇水后的“鸡爪根”苗

細胞上都有很大改变。对产量影响很大，所以，应该采取措施預防。使用农药时不能过量，尤其应该注意，施用的层不要集中，要与較厚层的土壤混合均匀。这样每亩施用 30 斤 6 % 的 GGG 粉也不会形成“鷄爪根”。据有关方面报告，在北京地区防治地下害虫用 6 % 的 GGG 粉每亩 3 斤，1 % 的 GGG 粉每亩 15 斤，这个用量是安全的，既能有效地杀死地下害虫，又能預防“鷄爪根”的产生。另外要切記不要施用不腐熟肥料。一旦发生“鷄爪根”(局部地块)，可以用澆水的方法冲淡药剂浓度或淋到下层以減輕毒害作用。

上述几点仅仅是分析我們的資料而得出的一些初步看法，并不是結論，只能供深入研究根系問題时参考。

不同施肥、深耕条件下冬小麦 对氮、磷、钾的吸收量

中国农业科学院土壤肥料研究所

冬小麦是一种需肥较多的作物。在1958年我国农业生产大跃进中，各地群众创造了不少冬小麦施肥的经验，如深耕分层施肥、早春追肥等。在施肥数量上也大有增加，高额丰产试验田每亩一般施用土廐肥5万斤、10万斤不等，也有用到20—30万斤的，化肥用量最高达到2—3千斤。深耕、大量施肥对小麦发育、养分的吸收、干物质的积累、产量等是否有直线相关，过去缺少理论依据。土壤肥料研究所在1958年冬小麦不同施肥、耕深的条件下，进行了初步的观察和分析研究，现将所得结果分述如下：

试验对象主要分为4个，即1号试验田、2号试验田、3号试验田、对照田。以上试验地都是在中国农业科学院农场进行的。另外，还进行了4块人民公社一般小麦地的调查研究，不过仅是收获物部分，没有进行生育期间的观察，分为人民公社1号、2号、3号、4号等4块地。兹将各试验地的施肥、深耕等情况分述于下（以下的施肥量、播种量都是每亩的用量）：

1号试验田：面积2亩，品种为碧蚂4号，每亩播种量192斤（300万粒），耕深5尺。基肥：廐肥20万斤，土粪12万斤，豆饼2,900斤，硫酸铵800斤，过磷酸钙800斤，硫酸钾400斤，基肥是结合深耕分层施入的。追肥：人粪尿3,000斤，硫酸铵27斤，过磷酸钙77斤，硫酸钾62斤。以上施肥量总计折合纯氮素1,751斤，磷酸（ P_2O_5 ）1,442斤，氧化钾（ K_2O ）2,960斤。

2号试验田：面积2亩，品种为早洋麦，每亩播种量195斤（250万

粒),耕深3尺。基肥:土粪12万斤,豆饼2,000斤,硫酸铵500斤,过磷酸钙500斤。基肥施用方法与前相同。追肥:人粪尿3,000斤,硫酸铵43斤,过磷酸钙123斤,硫酸钾107斤。以上施肥量总计折合纯氮素630斤,磷酸(P_2O_5)504斤,氧化钾(K_2O)942斤。

3号试验田:面积23平方米,品种为早洋麦,每亩播种量234斤(300万粒),深耕1.5尺。基肥:土粪31万斤,豆饼2,760斤,硫酸铵575斤,过磷酸钙575斤,硫酸钾230斤。基肥施用方法与前相同。追肥:过磷酸钙10斤,硫酸钾10斤。以上施肥量总计折合纯氮素1,242斤,磷酸(P_2O_5)1,071斤,氧化钾(K_2O)2,343斤。

对照田:面积2亩,品种为碧蚂4号,每亩播种量43斤,耕深2尺。基肥:土粪3万斤,豆饼600斤。追肥:硫酸铵50斤,过磷酸钙58斤,硫酸钾22斤,以上施肥量总计折合纯氮素144斤,磷酸(P_2O_5)108斤,氧化钾(K_2O)244斤。

人民公社1号:北京市海甸区大钟寺人民公社小麦地。每亩播种量54斤,品种为燕大1885,耕深1.5尺。基肥:土粪1万斤,折合纯氮素30斤,磷酸(P_2O_5)30斤,氧化钾(K_2O)70斤。

人民公社2号,北京市海甸区大钟寺人民公社小麦地。每亩播种量47斤,品种为燕大1885,耕深1.5尺。基肥:土粪1万斤。追肥:人粪尿约2,000斤,灌污水一次。以上合计折合纯氮素42斤,磷酸(P_2O_5)34斤,氧化钾(K_2O)76斤(污水中的养分未计算在内)。

人民公社3号:北京市海甸区大钟寺人民公社小麦地。品种为燕大1885,耕深1.5尺。追肥:土粪5,000斤,折合纯氮素15斤,磷酸(P_2O_5)15斤,氧化钾(K_2O)35斤。

人民公社4号:河南省偃师岳滩小麦地,面积约100亩。耕深9寸,品种为碧蚂1号,每亩播种量26斤。基肥:土粪5,000斤,硫酸铵15斤(种肥)。追肥:土粪6,000斤,人粪尿土4,000斤,以上总计折合纯氮素48斤,磷酸(P_2O_5)45斤,氧化钾(K_2O)105斤。

一 田間生育情况

本院农場試驗田由于連年大量施用有机肥料，土壤比較肥沃。小麦返青后，除对照田外各試驗田由于肥料用量过大，播种过密，生长密茂，全部进行了疏苗措施。在拔节前期，麦苗徒长，倒伏严重，又进行了剪叶措施。在越冬期間，为了防止冻害，1号試驗田有一小部分加盖玻璃窗，返青期加盖玻璃窗的比不加盖玻璃窗的生长茂盛，植株高大。但到生育后期，除未剪叶的以外就无显著差别。对照田在拔节期也发生倒伏，当时进行了剪叶措施；人民公社的小麦田生长正常，始終沒有倒伏情况，未进行疏苗、剪叶措施。

二 試驗方法

各生育期及收获期采取試驗田及对照田的植株样本。采样面积約0.3—1.5平方米，并有2—3次重复。采样后剪去根部，洗淨泥土，风干、磨碎、过篩，用四分法取样以备分析。化学分析項目計有水分、灰分、氮、磷、鉀等5項。分析方法氮素采用凱氏法，磷采用磷銅酸鉍沉淀重量法，鉀采用亚硝酸鉍納鉀沉淀法。

三 試驗結果分析

試驗結果主要分为两部分：第一部分是观察冬小麦在不同施肥、深耕情况下各生育期植株中氮、磷、鉀的含量及吸收量，第二部分是收获物中氮、磷、鉀的含量及吸收量。

生育期分为四期：即返青、拔节、抽穗、成熟等。返青期各試驗田無論是施肥量最高的，耕深5尺的或者是对照田，幼苗中氮、磷、鉀的含量无显著差别，見表1。一般含氮素5%左右(干物中)，磷1.5%左右，鉀与氮素含量相仿，亦在5%左右。說明冬小麦在幼苗期对氮、磷、鉀的吸收是有一定限度的，在一定的条件下不是随施肥量的增加而增长。其中对照田幼苗氮素的含量反而比試驗田略高，这可能是試驗田麦苗密度过大，植株发育受到抑制，幼苗生长細弱的

緣故。其次干物質的积累除加盖玻璃窗的以外，对照田均比試驗田高，这是由于疏苗的原因。拔节、抽穗两期植株中氮、磷、鉀的含量除1号試驗田加盖玻璃窗的氮含量較高外，其他各試驗田均相差不多。一般來說，氮、磷的含量随生育期的变化而逐漸降低，例如1号試驗田未盖玻璃窗的，返青期含氮量是4.82%，拔节期是4.44%，抽穗期是2.09%，成熟期莖稈中是0.88%。而鉀的含量在拔节期最高，一般是8%左右，返青、抽穗两期仅含5%左右。干物質的积累从拔节到抽穗增加的最多，各試驗田都有这样的趋势。植株中养分的含量和干物質的积累，各試驗田与对照田无显著差别，仅1号試驗田加盖玻璃窗的干物質积累量高；其中未剪叶的达到亩产 3,390 斤，但到生育后期，全部倒伏，植株腐烂严重。

氮、磷、鉀的吸收量在生育初期，即返青、拔节期，对照田比疏苗、剪叶的試驗田多。到了抽穗期，試驗田比对照田吸收的多，1号試驗田加玻璃盖未剪叶的，氮素的吸收量达到每亩86.5斤，見表2。由于肥料用量过大，植株发生徒长，有机物質大量积累，因此氮、磷、鉀的吸收量高。成熟期氮、磷、鉀的吸收量除对照田外，其他各試驗田反而比抽穗期少，1号試驗田加玻璃盖未剪叶的，几乎减少 $\frac{3}{4}$ 。推其原因，可能是由于生育后期倒伏严重，植株霉烂很多，成熟期的干物質，大大减少，影响了氮、磷、鉀的吸收量。其次取样亦有差誤，这也是可能的。总之，冬小麦在大量施肥的情况下，虽然在生育期一度能够大量积累有机物質，但由于后期倒伏等情况，对子实产量的提高并无显著效果。其次，初步可以看出冬小麦在比較正常生长的情况下，养分的积累主要是在生育前期，即返青、拔节期。例如对照田氮素的总吸收量为每亩30.8斤，返青期吸收了15.6斤，占总量的51%，由返青到拔节吸收了10.2斤，占总吸收量的33%，由拔节到抽穗吸收了3.3斤，占总吸收量的10%，而抽穗到成熟仅吸收了1.7斤，仅占总吸收量的6%。由此可以看出，冬小麦在返青、拔节两期氮素的吸收量占整个生育期的30%以上，其他磷、鉀亦有类似情况。

第二部分是收获物的試驗分析。根据分析結果，产量与养分的消耗量在試驗田与对照田之間不易看出規律，这可能是对照田的施肥量已达到相当高的水平的緣故。試驗田所消耗的养分比人民公社的多。一般來說，試驗田每100斤子实消耗氮素4—5斤左右，磷1.5—2.0斤左右，鉀8斤左右，最高达到11斤；而人民公社每100斤子实消耗氮素2—3斤，磷1.5斤左右，鉀3—4斤左右。我們認為，在一定条件下高額施肥仅能增加收获物中养分的含量，而对产量的提高效果不大。其次，能增加子实与莖稈的比例，人民公社麦田产量在500斤左右的，莖稈比例是1:1.6或2.3，而試驗田均在1:2.5以上，最高达到1:2.9。另外，产量过低时，消耗养分亦比較多，子实与莖稈比例亦大，例如人民公社3号，詳見表3。

根据分析結果，試驗田莖稈中养分的含量比人民公社的高，見表4。試驗田麦稈中的含氮量是0.8—1.0%左右，而人民公社仅含0.3—0.4%，几乎高了一倍以上。其次，鉀也是这样的情况。而子实中的养分含量相差比較少，其中磷、鉀的含量相差很少，例如試驗田一般子实中含鉀量是0.6%左右，而人民公社是0.5%左右。氮素的含量相差比較多一些，但可能与品种有关，需要进一步研究。总之，高額的施肥对冬小麦品質的提高也有一定的限度。

四 肥料利用率

根据肥料的用量及收获物中氮、磷、鉀的吸收量，可以大致算出肥料的利用率。例如1号試驗田未加盖玻璃并剪叶的，全部施用的肥料折合純氮素1,751斤，磷酸1,442斤，氧化鉀2,960斤；而实际吸收利用的氮素仅18.6斤，磷9.0斤，鉀4.2斤，由此看来，肥料利用率是很低的，氮素仅1.06%，磷0.62%，鉀1.42%。其他各試驗田肥料的利用率可參閱表5。以上的計算方法沒有考虑土壤肥力，否則利用率还要低。

其次，过量的施肥，经过一季作物，肥分的流失問題亦是值得考虑的。根据1号試驗田土壤分析的結果，現將氮素含量情况列于

下表:

1号試驗田土壤中氮素的含量

層次 采土时期	0—30厘米	30—60厘米	65—100厘米
施 肥 前	0.13	0.09	0.08
施 肥 后	0.15	0.20	0.23
收 获 后	0.13	0.12	0.18

根据上表的分析結果，上层土壤收获后与施肥前的氮素含量一样，即氮素沒有增加。中层增加了0.03%，合計每亩氮素約 120斤。下层增加的比較多是0.1%，合計每亩氮素約400斤。大量施肥后，经过一季作物土壤中增加520斤氮素(按深度100厘米計算)。但1号試驗田施入氮素总量是 1,751斤，除冬小麦吸收的18.6斤外，还應該遺留1,732.4斤，而实际上仅有520斤，其余1,212.4斤氮素可能是流失了。

五 小 結

(一)根据以上試驗結果，冬小麦在目前的栽培条件下，施肥量不宜过高，否則增产效果不大，造成肥料損失。在一般土壤肥力耕作条件下，有机肥料(如土粪、廐肥等)每亩用量以5,000—15,000斤較为适宜，另配合20—30斤化肥作为追肥，亦可用硫酸銨拌种，数量5—10斤，效果很好。

(二)根据冬小麦养分的积累情况，追肥要在生育前期进行，即拔节期施用，不宜过晚。追肥应以速效肥料为主，如人粪尿、硫酸銨等。人粪尿每亩一般可施500—1,000斤。

表1 冬小麦不同生育期植株中氮、磷、钾的含量及干物质积累量

试 验 处 理	返 青 期			拔 节 期			抽 穗 期		
	采样 日期	N% P ₂ O ₅ % K ₂ O%	(干物中) N% P ₂ O ₅ % K ₂ O%	干物质 斤/亩	采样 日期	N% P ₂ O ₅ % K ₂ O%	(干物中) N% P ₂ O ₅ % K ₂ O%	干物质 斤/亩	采样 日期
1号試驗田 加玻璃盖剪叶	3,20	4.93 1.52 —	4.34 1.38 8.42	301	4,11	4.34 1.38 8.42	2.06 0.81 4.77	370	5,19
1号試驗田 加玻璃盖未剪叶	3,20	4.93 1.52 —	5.06 1.60 8.44	301	4,11	5.06 1.60 8.44	2.55 — 4.84	695	5,19
1号試驗田 未加玻璃盖剪叶	3,20	4.82 1.37 5.63	4.44 1.33 8.72	137	4,11	4.44 1.33 8.72	2.09 0.86 5.79	387	5,19
2号試驗田 剪叶两次	3,20	4.95 1.64 4.76	4.47 1.38 7.59	163	4,11	4.47 1.38 7.59	2.22 0.83 5.30	362	5,19
2号試驗田	3,20	4.95 1.64 4.76	4.76 1.48 7.55	163	4,11	4.76 1.48 7.55	2.53 0.85 4.75	572	5,19
3号試驗田 耕深1.5尺	3,19	4.80 1.62 4.72	4.63 1.54 8.11	281	4,11	4.63 1.54 8.11	2.02 0.78 4.72	667	5,19
对照田	3,14	5.42 1.34 3.79	4.32 1.22 7.09	241	4,10	4.32 1.22 7.09	2.70 0.85 4.81	603	5,7

表2 冬小麦不同生育期氮、磷、钾的吸收量 单位: 斤/亩

試驗处理	返青期			拔节期			抽穗期			成熟期		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1号試驗田 加玻璃盖剪叶	14.5	4.1	17.0	18.7	5.9	31	52.5	20.1	122			
1号試驗田 加玻璃盖未剪叶	14.5	4.1	17.0	30.2	9.6	59	86.5	—	164	18.7	7.7	36
1号試驗田 未加玻璃盖剪叶	6.8	2.1		16.9	5.1	34	35.2	14.5	100	18.6	9.0	42
2号試驗田 剪叶两次	8.1	2.7	7.8	16.2	5.0	28	35.6	13.3	85	22.1	9.7	54
2号試驗田	8.1	2.7	7.8	27.2	8.5	43	49.3	16.6	93	24.7	11.1	54
3号試驗田 耕深1.5尺	13.5	4.6	13.3	30.9	10.3	54	32.1	12.4	75	24.5	12.3	—
对照田	15.6	3.8	10.7	25.8	7.7	41	29.1	—	75	30.8	9.7	63

表3 冬小麦不同产量氮、磷、钾的需要量及子实与稃秆的比例

試驗处理	收获物中氮、磷、钾的吸收量 (斤/亩)			每100斤子实需要氮、磷、钾的数量 (斤)			产量(斤/亩)		子实与稃秆的比例
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	子实	稃秆	
1号試驗田 加玻璃盖未剪叶	18.7	7.7	36	3.85	1.58	7.40	486	901	1:1.85 ^①
1号試驗田 未加玻璃盖剪叶	18.6	9.0	42	3.73	1.81	8.43	498	919	1:1.85 ^①
2号試驗田 剪叶两次	22.1	9.7	54	4.65	2.04	11.37	475	1375	1:2.98
2号試驗田	24.7	11.1	54	5.35	2.40	11.67	462	1345	1:2.91
3号試驗田	24.5	12.3	—	4.20	2.11	—	583	1549	1:2.66
对照田	30.8	9.0	39	4.33	1.36	8.84	712	1805	1:2.53
人民公社1号	16.1	8.0	23	2.32	1.15	3.31	695	1100	1:1.58
人民公社2号	10.4	7.4	19	2.22	1.58	4.05	469	955	1:2.05
人民公社3号	6.8	4.0	8	3.21	1.87	3.77	212	600	1:2.83
人民公社4号	11.1	—	25	2.25	—	4.87	493	1143	1:2.32

① 1号試驗田子实与稃秆的比例小, 可能是倒伏严重, 无效分蘖及稃秆过多腐烂的缘故。

表 4 冬小麦不同施肥量和不同深耕子实藨秆中氮、磷、钾的含量

試 驗 处 理	子实中 %			麦秆中 %			麦糠 %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1号試驗田 加玻璃盖未剪叶	2.36	1.04	0.60	0.85	0.19	4.21	0.63	0.71	1.08
1号試驗田 未加玻璃盖剪叶	2.21	0.90	0.49	0.88	0.36	4.83	0.58	0.66	1.38
2号試驗田 剪叶两次	2.32	0.97	0.68	1.01	0.46	3.94	0.89	0.57	1.79
2号試驗田	—	0.88	0.59	1.00	0.43	4.08	0.74	0.37	1.94
3号試驗田 耕深1.5尺	2.11	0.96	0.51	0.77	0.38	—	0.85	0.72	1.51
对照田	2.37	0.86	0.61	0.77	—	3.57	0.77	0.49	1.40
人民公社1号	1.63	0.88	0.48	0.44	0.16	2.05	0.38	0.20	0.80
人民公社2号	1.48	0.85	0.51	0.36	0.33	2.07	0.38	0.48	0.57
人民公社3号	1.44	0.71	0.52	0.63	0.46	1.19	0.55	0.20	0.71
人民公社4号	1.48	0.77	0.53	0.33	0.11	2.19	0.33	0.39	0.58

表 5 冬小麦不同施肥量氮、磷、钾的利用率

試 驗 处 理	肥料用量折合氮、磷、钾的数量 (斤/亩)			收获物中氮、磷、钾的吸收量 (斤/亩)			利 用 率 %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1号試驗田 加玻璃盖未剪叶	1751	1442	2960	18.7	7.7	36	1.07	0.53	1.22
1号試驗田 未加玻璃盖剪叶	1751	1442	2960	18.6	9.0	42	1.06	0.62	1.42
2号試驗田 剪叶两次	630	504	942	22.1	9.7	54	3.51	1.92	5.73
2号試驗田	630	504	942	24.7	11.1	54	3.92	2.20	5.73
3号試驗田	1243	1071	2338	24.5	12.3	—	1.97	1.15	—
对照田	144	108	244	30.8	9.7	63	21.37	8.98	25.80
人民公社1号	30	30	70	16.1	8.0	23	53.70	26.67	32.86
人民公社2号	42	34	76	10.4	7.4	19	24.76	21.76	25.00
人民公社3号	15	15	35	6.8	4.0	8	45.33	26.67	22.86
人民公社4号	48	45	105	11.1	—	25	23.13	—	23.81

河北省徐水县小麦灌溉的調查报告

北京农业大学徐水下放大队小麦綜合研究組

北京农业大学下放在河北徐水的师生，与当地的农业科学研究部門在一起組織了一个小麦綜合研究組，对徐水的小麦栽培管理的問題进行了綜合性的研究。茲将我們关于該县小麦灌水問題的調查研究結果分述于下：

一 播种前灌水

如果在播种前土壤干旱，則应于耕翻前进行大水阴地，以便保証土壤耕翻的質量良好，出苗整齐苗壯。播前灌水与不灌水对出苗率的影响可見表 1。

表 1 播前灌水对小麦出苗的影响

地 点	处 理	深 翻 (尺)	播种量 (斤/亩)	应出苗株数 (万/亩)	实际出苗数 (万/亩)	出苗百分率
大寺各庄	浇水	0.8	60	102	90.2	88
大寺各庄	浇水	1.3	60	102	92.4	91
南 梨 园	未浇	1.0	49	88.3	52.0	62
南 梨 园	未浇	1.5	45	76.5	38.6	50

从表 1 中可以看出：在土地干旱的情况下进行播种前灌水的出苗率在 88—91%，而不灌水的，則为 50—62%。

播种前灌水，不仅能保証出苗整齐，而且对植株的整齐也有很大的影响(見表 2)。

从表 2 中可以看出：在土壤肥力基本上一致的情況下，播前澆水的比不澆的整齐。澆水的下层植株整齐度仅有 10—20%，而不澆

表2 播前澆水对小麦植株整齐度的影响

地 点	处 理	土 壤	播种量 (斤/亩)	播 种 方 式	整 齐 度 (%)		
					上 層	中 層	下 層
商庄四阶地	灌 水	黄 土	50	机 播	20.6	64.9	14.6
商庄坡下南地	灌 水	二性土	35	机 播	44.2	35.0	20.8
商庄坡下北地	灌 水	二性土	60	机 播	55.7	34.3	10.0
商庄洼子地1号	不灌水	二性土	35	耩 播	16.7	47.0	38.1
商庄洼子地2号	不灌水	二性土	45	耩 播	21.3	46.6	32.1
商庄六阶地	不灌水	二性土	25	耩 播	18.3	33.5	48.3
商庄洼子地3号	不灌水	二性土	45	耩 播	15.1	55.6	29.3

水的則为29—48.3%。上表中所列的植株整齐度,它們的播种方式是不同的,即一为机播,一为耩播,为着了解植株的整齐度是由于澆播前水的影响还是由于播种方式的影响,我們曾对其他耩播麦田但也澆了播前水的进行調查,調查的結果,下层植株整齐度也仅在19%。这說明植株的整齐度主要是由于澆播前水的影响。澆水与不澆水对麦苗的影响主要表现在出苗的整齐度上。据1958年秋的观察,不澆播前水的,出苗极为不齐。苏联薩危尼也夫認為:“秋季干旱时,延长了种子的发芽時間,結果就使播种地上出現了不同的层次。出苗較迟的植株被出苗較早的植株所遮盖,它們生长緩慢,并且始終被留在下层,从而使整个麦田中的植株表現参差不齐。”

灌水的方法:在秋收之后,将田地清理干淨,鋪施底肥,作畦灌大水滲地,待宜耕时进行耕与擦盖而后进行播种。有一些农民为了保墒种麦,在大秋庄稼收获前,在雨后仍进行一次耨地,以便减少水分蒸发,达到保蓄土壤水分的目的。

如果在播种时土壤水分較差,且由于水源或劳力不足而未能进行播前阴地时,則应于出苗后苗高1寸左右时澆一次幼苗扎根水,以便使苗子在冬前生长的健壮。

二 灌冬水和压耙

灌冬水可以調节地温,且为土壤貯蓄水分,有利于麦苗的越冬

和冬后麦苗返青后对于水分的需求。这对于植株的地上部和地下部的营养体和生殖器官的生长和发育均是有利的。由于澆冻水后土壤表层经常处于一冻一化状态,从而使土壤变得松碎。碱地澆冻水可以起压碱保苗的作用。

灌冬水的时间在徐水多在立冬至小雪之間,此时正处于白天化冻,夜間地表有一薄层結冻之时。澆水过早由于天气尚暖,蒸发量大,到入冬时土壤已变干,达不到澆冻水的目地;澆的晚了,则一方面由于土地結冻已較厚,不便于灌水工作的进行,另一方面則由于土地已上冻較厚,水分难于下渗而停留在地表結一层較厚的冰,由于冰的机械挤压作用而伤苗。所以冻水澆的过早或过晚均不好,适时为“夜冻日融”之时。

如果土地比較干旱可以澆二次冻水,一次在适时稍前,一次在适时稍后。澆二次冻水的好处是:第一,滿足小麦苗期在入冬前对水的需求;第二,由于在第一次澆水时地壇,澆水后发生收縮而形成許多裂縫,第二次澆水則可以把这些裂縫弥补上。但如果不干旱則不必澆二次冻水,因一方面費了劳力,另一方面澆水后地发紧,对幼苗生长是不利的。

碱地澆冻水宜稍早,以便在澆后进行一次中耕松土,达到更好的保蓄土地水分和防止返碱。

耙麦和压麦:耙麦在冬前澆冻水后进行一次,在春季压麦后进行一次,在澆返青水后进行一次,在小壟密植的情况下,以后由于已封壟,不便于再进行中耕松土。所用的工具为鉄耙或是特制的釘齿小手耙。压麦在春季冻化一至二指时进行,其作用为消灭坷垃和裂縫而保墒。压地一定要在适时时进行,因早了坷垃尚在冻着,压不开,晚了則由于坷垃已干,地已化通,一压則坷垃陷入地中,压不碎,且由于地已化通,一压則把地压的紧实了,这对麦苗的生长是不利的。軋地所用的工具是畜力拉的碌碡。

三 返青水

返青水可以促进植株的营养体和生殖器官的生长和发育，对增产有着重要的作用。决定浇返青水与否，主要是看当时的土壤水分状况而定：如果入冬时浇了冻水，开春时土壤水分很充足，则可以不浇，以便使苗子更迅速地返青生长和发育；如果在开春时由于入冬时未浇冻水或是虽已浇了冻水但土壤水分尚感不足，则应于惊蛰至春分之间进行浇水。提前浇水的好处是：可以帮助土壤解冻；由于土壤水分状况好，可以帮助溶解土壤中的养分，由于水肥的充足，苗子的生长发育好；由于水分充足可以调节地温。所有这些都说明早浇返青水有利于早春的防霜和麦苗返青后营养体和生殖器官的生长和发育。所以除非麦田早春水分很充足外，一般均应浇返青水。

四 拔节水

农民对拔节水非常重视，对拔节水的早晚掌握得也很好，“巧浇拔节水”就是既要保证巩固有效分蘖，增加穗粒数，又不使莖的基部节间过分伸长的一种增产措施。我们对一些浇与不浇以及在不同时期浇拔节水的地块进行了调查，研究这一水对小麦产量的影响与浇水的时期，我们看到以下几个事实：

拔节水对穗部性状的影响：从我们调查的在同一地块所作对比资料中来看，凡是浇了拔节水的植株，它的株高、穗数、小穗数、有效小穗数、每穗粒数均比没有浇拔节水的高。其中尤以穗粒数的差异更为显著，浇水与未浇水的相比，每穗粒数平均增加8.2粒，小穗数平均多2.2个（见表3）。

拔节水对穗部性状影响之所以这么大，是与小麦本身的生物学特性和当时的气象条件密切相关的。徐水地区小麦大部分是在3月末到4月中旬穗及小穗小花进行分化，在4月初开始拔节的，到5月上旬开始抽穗。在这段时间内，植株迅速增长，需水最多。另外，

表 3 拔节水对小麦穗部性状的影响

調 查 期	地 点	处 理	株 高 (厘米)	穗 长 (厘米)	小穗数	有 效 小穗数	不 孕 小穗数	每 穗 粒 数
1月6日	謝 坊	浇 水	98.5	6.7	17.0	16.0	1.0	36.0
		未 浇	76.4	5.9	13.0	10.2	2.8	20.7
1月6日	北梨园	浇 水	98.6	7.4	16.6	13.1	3.5	29.5
		未 浇	81.6	6.4	14.9	10.9	4.0	22.4
1月6日	北梨园	浇 水	95.4	6.4	15.0	11.7	4.1	21.8
		未 浇	77.1	6.2	14.8	10.4	4.4	19.7

随着气温的逐日升高,地面水分和叶面水分蒸发量也日益增加。在这一时期内需水量达到124毫米,占小麦全生长期中总需水量的27.3%,因此这段时期是小麦需水的关键时期。可是1959年4月份雨量极少,根据我县气象站的观测,4月份降雨量仅有1.8毫米,还降有122.2毫米的水需要依靠灌溉来得到补足。

拔节水对植株整齐度和根系发育的影响:老农都说浇拔节水可使麦穗长的整齐;根据我们在遂城公社前所营观察的结果发现,浇拔节水的地块,上层穗百分率提高,下层穗百分率减少(见表4)。大家知道,上层穗的穗粒数及穗粒重均比下层穗高。老农说“豆打长稽,麦打齐”,因此利用浇拔节水来提高整齐度,对增产确实是个有效而又简易的办法。

表 4 拔节水对植株整齐度的影响

处 理	植 株 整 齐 度		
	上 層 %	中 層 %	下 層 %
浇拔节水	69	26	5
未浇拔节水	50.4	39.1	10.5

我们发现,拔节水与根数增长也有关系,许多文献中指出,小麦根系的发育直到开花前才基本结束,特别是当条件有利时,永久根形成不仅可以在分蘖期间,而且可以出现在拔节期间和抽穗期

間。因此拔节期間的土壤水分状况会影响小麦后期根系的发育。据我們在商庄四块地块上調查的結果，看到凡是澆了拔节水的，单株永久根数均比未澆拔节水的多，平均相差3.5个(見表5)，我們認為永久根数目的增加是有很大大意义的。利用灌溉来增加小麦的永久根，能够大大地加强根系生长，扩大吸收能力，改善植株的营养状况，这对产量的进一步提高将起极其良好的作用。

表 5 拔节水对小麦永久根的影响

处 理	单 株 永 久 根 数				平 均
	1	2	3	4	
澆拔节水	8.4	12.9	13.3	13.5	12.25
未澆拔节水	7.2	10.0	9.3	12.5	9.75

拔节水对小麦倒伏和产量的影响：有人怕澆拔节水引起小麦倒伏造成减产，因此主张不澆拔节水。这种看法是不全面的。拔节期缺水和倒伏均能造成减产，但二者的严重程度是不同的，从大寺各庄、南梨园二块高产田的調查結果看来，拔节期的干旱使不孕小穗数增加，穗粒数减少，其产量的降低远比因澆拔节水而造成倒伏的严重(見表6表7)。

表 6 拔节水对小麦倒伏和产量的影响

地 点	处 理	倒伏程度	不孕小穗数	每穗粒数	产量(斤/亩)
南 梨 园	未澆拔节水	未 倒	4.1	21.6	577
大寺各庄	澆 拔 节 水	倒	3.6	23.0	786

表 7 澆与未澆拔节水的土壤湿度

土壤湿度 深度 地点	0—10厘米	10—20厘米	20—30厘米	30—40厘米	40—50厘米
南梨园(未澆)	11.5	13.4	16.3	16.4	16.8
大寺各庄(澆)	18.3	20.1	18.9	18.4	20.9

从以上看出拔节期是需水的关键时期，但这段时期历时较长，

如果澆的不适时,会造成倒伏减产。此时正值气温迅速上升,而高额丰产麦田一般又是肥力充足,所以澆水苗子会猛长,从而使麦苗基部一、二节間迅速伸长,但很脆弱,因而造成倒伏。所以要正确掌握澆水时期。农民对这一水的迟早主要是看土、看肥、看苗。土干、肥不过大、苗不过旺时,在4月初清明前后澆,不致倒伏。我們調查了很多澆过拔节水的地块,除少数因地过肥、过密外,絕大多数均未倒伏,例如:大寺各庄老山地,11号地,南梨元的商老星地都是如此,前一块地未澆第一水,后两块地于2月末澆第一水,三块地均在4月5日左右澆拔节水,并未倒伏,但苗旺土肥时,則这一水应适当推迟几日。我們調查的几块高额丰产田,是在3月下澆第一水,4月初澆第二水的,由于肥大、苗旺、水足,均发生倒伏,而同样的高额丰产田,4月初未澆拔节水的,則未发生倒伏。在苗較旺的田地上,农民常有3月下澆水,4月初耨地保墒的作法,即可使水分不致缺乏影响穗分化,同时又达到了蹲苗的目的。

澆拔节水主要的原則,就是要考虑苗情及土壤水分,适当提早或延迟,以躲过基部节間生长最旺盛的时期,如果未澆返青水的,可提前至3月中旬澆,澆过返青水的在4月中旬澆比較合适,在拔节期,土壤水分应保持在持水率65%左右,以不低于60%为宜。

一般麦田无倒伏危险,不应輕易采取蹲苗措施,以免影响小麦正常生长发育。

五 孕穗抽穗水

小麦拔节之后期,进入小花及雌雄蕊分化期,如缺少水分会妨

表 8 孕穗期澆水对小麦的影响

項 目 处 理	整 齐 度			不 孕 小 穗 数 (一穗株)	株 高 (厘 米) (一穗株)	穗 重(克)			千粒重(克)		
	上層	中層	下層			上層	中層	下層	上層	中層	下層
澆水(4月27日)	62.6	27.8	9.8	4	114	0.98	0.58	0.37	38.8	34.5	24.3
不 澆 水	50.0	37.1	12.9	4.8	112	0.82	0.56	0.27	36.9	30.9	26.3

碍花粉和子房的正常发育,造成不孕小穗数增多,每穗粒数减少,如北梨元品种試驗地澆孕穗水比不澆孕穗水的每穗粒数和千粒重有显著增加(見表8)。

灌水日期一般应在4月下旬至5月上旬为佳。

六 揚花灌漿水

揚花水是增加粒数和粒重的关键时期,如果此时缺水会引起結实率的銳减,穗粒数、千粒重下降。如南梨园生产队澆揚花水比未澆揚花水的穗粒数增加7.4个(見表9)。

表9 揚花灌漿水对小麦产量的影响

地 点	处 理	有效小穗数	粒 数	千 粒 重(克)
南 梨 园	澆揚花水	9.8	20.3	—
南 梨 园	未澆揚花水	8.3	13.9	—
南 徐 城	澆灌漿水	13.4	33.4	32.0
南 徐 城	未澆灌漿水	11.0	24.1	30.7

灌漿期干旱,会使营养体中的养分不能很好的向籽粒輸送,造成籽粒瘦小,千粒重降低。如南徐城生产队澆灌漿水的籽粒比未澆灌漿水的千粒重增加1.3%(見表10)。

表10 不同澆水时期对小麦灌漿速度的影响

地 点	处 理	50 粒 重 (克)
大寺各庄	不 澆 水	1.0
大寺各庄	5月18日澆水	1.6
大寺各庄	5月19日澆水	1.1
南 梨 园	5月17日澆水	2.0
南 梨 园	5月19日澆水	1.6

从揚花到灌漿相隔時間很短,在土壤不十分干旱情况下,一般澆一水就行了。群众有“澆花不澆籽”的說法,也就是說这一水应放在揚花期,这样使小麦在揚花期和灌漿期均能得到水分供应。

从表10可以看出早澆灌漿水能加速籽粒的灌漿,使小麦提早

成熟。由于澆灌漿水可以使营养体中的营养物質迅速的向籽粒中輸送,增加粒重而增產,所以有的老农說即使麦田已发生倒伏,也应看情况而适当的进行澆水。

在銹病发生年份,小麦灌漿期恰是銹病严重发生期,因此早澆水能使灌漿速度加快,这样可以大大減輕銹病的危害程度。

結 論

(一)根据农民經驗和这次調查研究来看,在一般年头冬小麦的灌溉制度是:

冻水、返青水、拔节水、孕穗抽穗水和揚花灌漿水。

这只是一个一般的灌水制度,究竟应灌几水,提前或推迟均应看当时田間的情况而定。徐水农民都用看土壤水分情况的方法来决定澆水与否。具体的方法是:凡在麦田一指以下的土刨出在手中能握成团且在一米高处落下后松散时則土壤水分适宜,可以不澆水。如果握不成团則应澆水。决定碱地澆水与否的方法,主要是看麦苗生长的快慢,凡麦苗生长得迟緩則应澆水。因碱地都是比較潮湿的,不能用看土壤水分的方法来决定澆水与否。

(二)不論是从农民經驗或試驗研究結果来看,冬灌效果已肯定,因而冬灌在一般情况均要进行,但要掌握好時間,不能过早过晚,以日化夜冻日平均温度 $3-4^{\circ}\text{C}$ 时最好。冬灌前若干旱可灌一次苗期扎根水。

(三)虽澆了冻水但早春干旱时可提前在惊蟄(3月上旬)澆返青水,以利化冻,防止冻害,溶解肥料,使麦苗提前返青。早春不干旱时,返青水可延到3月下旬(清明节),这样可省去拔节水。

(四)从拔节到成熟,仅2个月,但在这阶段的需水量最大,竟达246毫米,占总需水量的60%以上,所以此时是需水关键时期。根据县气象站資料,3月份7.0毫米,4月份1.8毫米,5月份23.0毫米,6月份60.8毫米,总共92.6毫米,与冬小麦此时需水量比差达二点七倍,特别是开花抽穗时期每日耗水量6—7毫米,因而这阶段灌水是

非常重要的。

(五)在深翻、密植、高肥、园田化的新情况下,小麦各生育时期用水规律,尚待详细研究。

深耕、施肥对土壤微生物的影响

中国科学院生物学部小麦丰产試驗研究小组

在1958年大跃进的形势下，广大农民在党的领导下敢想敢干，采取了一些打破常规的农业技术措施，因而获得了1958年的农业大丰收。深耕和提高施肥量是1958年大跃进中所采取的两个重要措施。

大家都知道，土壤中栖息着大量的土壤微生物。这些微生物一方面受土壤中各种条件变化的影响，另一方面它们的变化又反过来影响土壤和植物。深耕、施肥对土壤是有很影响的，那么这两个措施对土壤微生物有什么影响？变化着的土壤微生物又对土壤起什么作用？进一步说对植物又有什么影响？这些都是应该解决的问题。为了解决这些问题，我们在中国科学院生物学部小麦丰产地地上进行了一些调查，并且根据调查结果作了初步分析研究，提出以下一些意见。这些意见只是根据一年来的调查材料提出的，内容很不全面，其中可能还有错误的地方，请同志们批评指正。

一 試驗田各地塊处理情况

試驗田种有冬小麦和春小麦，在冬麦地里我们共分析了3块地。

1号地：深耕1米，每亩施用半腐熟马粪40万斤，草炭2万斤，颗粒肥料4,000斤（颗粒肥料含有硫酸铵15%，过磷酸钙15%，用腐熟垃圾粉制成）。上述肥料均匀施于土层中。表层每亩另施颗粒肥料1,000斤，过磷酸钙500斤，土钾肥150斤，硫酸钾150斤，抗生素肥料1,500斤。

3号地：深翻2米(采用以熟土换生土法全土层均为熟土)，每亩施半腐熟馬粪(其中有少量羊粪)60万斤，颗粒肥料39,000斤(分7个地段，各地段施用数量不同，我們分析的地段每亩施用颗粒肥料2万斤)。表层每亩另施用颗粒肥料600斤、过磷酸鈣300斤，土鉀肥150斤，硫酸鉀150斤，抗生素肥料1,500斤。

7号地：深耕25厘米，每亩施半腐熟馬粪1万斤。

在春麦地里我們分析了6块地：即每亩施用半腐熟馬粪1万斤、半腐熟馬粪10万斤和純化肥的3块，另3块为化肥与半腐熟馬粪混合施用。化肥与馬粪的比例为1:1、1:4、1:9。純化肥区与化肥馬粪混合区的氮、磷、鉀含量均按10万斤馬粪的氮、磷、鉀含量折算施用的。这6块地都是深耕50厘米。

二 試驗材料和方法

我們分析了冬麦地和春麦地中土壤微生物的活动。冬麦地的分析是由1959年冬麦返青(3月19日)时开始的。分析的地块是1号地、3号地和7号地。春麦地的分析是由1959年春麦拔节后(5月20日)开始的，分析的地块是每亩施馬粪10万斤的、施純化肥的和有机无机肥料混合施用的3块地。共計冬麦地有3个处理，春麦地有5个处理。

采土日期大約每隔两星期左右采土一次。采土时按地块大小不同，采3—5个点，用半开口土鑽分层取土。取出土样后按层次将各有关的土样分层混匀，作为一个試料分析。土样的分析是在采土后24小时內进行的。

我們共計分析8个土壤細菌生理群的菌量、土壤呼吸强度和土壤分解纖維素强度。土壤中一般細菌数、好气自生固氮菌数和硝酸盐細菌数是用平板法計算的；亚硝化細菌数、反硝化細菌数、好气分解纖維素細菌数、丁酸細菌数和反硫化細菌数是用稀释法測定的。土壤呼吸强度是用氫氧化鋁吸收由采取的土样扩散出的二氧化碳的方法測定的。土壤分解纖維素强度是用埋布片法測定的。

計算一般細菌数用清蛋白琼脂培养基^①。計算好气菌生固氮菌数用无氮培养基。計算矽酸盐細菌数用玻璃粉琼脂培养基。測定丁酸細菌数用玉米粥培养基。測定其他几种菌都是用无机盐培养基。

三 試驗結果

(一)一般細菌数 表1 为冬麦地中一般細菌在冬麦生长期間数量的变化。1、3号地中菌量稍高于7号地,1号地的菌量也比3号地多一些,但不很显著。春麦地的純化肥地块中菌量略少于其他地块。

表1 冬麦地中一般細菌菌量的变化

单位: 亿个/克干土

地 号 日 期	1 号 地	3 号 地	7 号 地
	1 米深平均值	2 米深平均值	1 米深平均值
3月20日(返青后)	1318.003	303.5	0.382
4月5日(即将拔节)	1.73	0.628	0.2197
4月20日(拔节期)	0.91	0.9504	0.06377
5月13日(即将抽穗)	1.34	0.56	0.494
5月27日(开花后)	1.06	9.435	0.103
6月10日(开始乳熟)	0.216	0.02778	0.202
7月1日(收割)	0.1473	0.1187	0.0796

(二)好气自生固氮菌数 表2 为冬麦地中不同深度的好气自生固氮菌菌量变化。在0—25厘米以上表层土壤中,1、3、7号地中固氮菌数大致相同(每克干土中有一千多个菌)。在25厘米以下的土壤中。1、3号地中固氮菌数为每克干土几百个到一千多个菌,而7号地中每克干土仅有200—300个菌;到75—100厘米处,每克干土中只有几个菌了。春麦地中根际、根外固氮菌都很少,常常

① 所謂一般細菌即指在这种培养基上生长的細菌而言。

表2 冬麦地不同土层中好气自生固氮菌菌量变化

(返青后7次土样平均值)

单位: 百个/克干土

深度 (厘米)	1 号 地	3 号 地	7 号 地
0—10	16.56	10.56	11.1
10—25	19.83	13.55	11.45
25—50	17.92	14.95	2.15
50—75	8.24	4.00	3.74
75—100	4.54	21.50	0.0642
100—125	—	4.48	—
125—150	—	5.94	—
150—175	—	8.34	—
175—200	—	3.85	—

沒有,每克干土最多也不过一千多个菌。

(三)矽酸盐細菌数 冬麦地和春麦地中菌量差不多,大致每克干土为几千个到几万个菌。1号地略多一些,純化肥地块略少一些,其他地块中菌量变化不大。春麦根际这类細菌很多,每克干土能达到几千万个菌(表3)。

表3 春麦地根际和根外矽酸盐細菌的菌量比較

单位: 千个/克干土

日期	土样位置 处理 土层深度(厘米) 菌量		根 外				根 际	
			10万斤有机肥		純 化 肥		10万斤有机肥	
			0—20	20—50	0—20	20—50	—	—
5月20日(拔节期)			17	8.24	3.75	0.882	1470.0	1310.0
6月3日(开花期)			48.6	83.5	8.88	5.2	65300.0	12100.0
6月18日(将乳熟)			29.8	175.5	12.6	13.7	139500.0	21200.0
7月7日(蜡熟后期)			8.87	8.525	70.2	7.8	16900.0	25400.0

(四)好气分解纖維素細菌数 1、7号地菌量差別不太大,3号地菌量較高。这类菌在三块冬麦地中都随深度增加而减少(表4)。

表4 冬麦地不同土層中好气分解纖維素細菌菌量变化
(返青后7次土样平均值)

单位: 万个/克干土

土層深度(厘米)	1号地	3号地	7号地
0—10	164.675	77,306.32	31.515
10—25	12.638	404,509.21	737.624
25—50	28.713	26,178.58	5.581
50—75	2.427	42.714	3.927
75—100	3.232	745.835	0.156
100—125	—	5.156	—
125—150	—	0.524	—
150—175	—	4.998	—
175—200	—	4.770	—

在春麦地的各种处理地中,以純化肥地块中菌量最少,化肥、有机肥混合比例为1:1的地块中菌較多,1:4的地块中菌更多,1:9的地块中有时菌比1:4的地块中菌多,有时菌少;在每亩施10万斤馬糞的地块中菌量只比純化肥地块中的菌量稍多些,比其他的地块都少(表5)。

表5 春麦地好气分解纖維素細菌菌量变化(深度50厘米)

单位: 千个/克干土

日期 施肥处理	5月20日 拔节期	6月3日 开花期	6月18日 将乳熟	7月7日 蜡熟后期	7月14日 收割后
純化肥	0.7705	3.111	7.355	2.128	1.072
化肥:有机肥 1:1	31.5075	83.725	49.0	2449.2	2.745
1:4	1044.5	148.55	9.625	2.871	7.021
1:9	361.337	289.0	121.9	11.612	3.623
10万斤有机肥	94.41	15.841	11.485	8.837	1.8225

(五)亞硝化細菌数 我們在硝化菌群中只作了亞硝化細菌数的測定,实际上,在土壤中硝化菌和亞硝化菌的作用是分不开的,因此从亞硝化菌菌量的变化可以估計到整个硝化菌群菌量的变化情况(表6)。

表 6 冬麦地不同土層中亚硝化菌菌量的变化

(返青后7次土样平均值)

单位: 万个/克干土

土層深度(厘米)	1 号 地	3 号 地	7 号 地
0—10	4.36	8.40	3.69
10—25	2.812	31.87	0.549
25—50	5.429	6104.21	0.227
50—75	2.634	2.04	3.381
75—100	65.66	1.92	0.0872
100—125	—	0.993	—
125—150	—	1.582	—
150—175	—	3.994	—
175—200	—	1.123	—

在表 6 中可以看到与固氮菌菌量变化相类似的情况。在 1、3、7 号地中, 表层 (0—10 厘米) 菌量相近, 1、3 号地的底层菌量虽然有些减少, 但不太显著; 7 号地中菌量则显然随深度而减少。表 6 中 3 号地 25—50 厘米的菌量和 7 号地 50—75 厘米的菌量可能因操作不慎而造成数字异常。春麦地中亚硝化菌菌量大致随化肥的多少而异, 純化肥地中菌量大, 純馬糞地中菌量少 (表 7)。

表 7 春麦地亞硝化菌菌量变化 (深度 50 厘米)

单位: 百个/克干土

日 期	5 月 20 日	6 月 3 日	6 月 18 日	7 月 7 日	7 月 14 日
施肥处理	拔 节 期	开 花 期	将 乳 熟	蜡熟后期	收 割 后
純 化 肥	187.88	328.55	75.95	1029.75	26816.5
化肥: 有机肥 1 : 1	104.0	518.0	94.14	275.5	1853.0
1 : 4	74.0	19.94	77.58	106.1	153.65
1 : 9	11.16	78.3	70.98	157.2	565.5
10 万斤有机肥	11.29	68.99	18.36	96.6	731.0

(六)反硝化細菌数 冬麦和春麦地中反硝化菌菌量波动很大, 每克干土在几十万个菌到几万亿个菌之間, 但未能从分析結果中找出什么規律来。

(七)丁酸細菌数 这群菌菌量变化也大, 每克干土在几十万个菌到几十亿个菌之間, 但規律性不强。較明显的規律是随天气轉暖而增多。1、3号地菌量較7号地多些。

(八)反硫化細菌数 这群細菌在3号地中最多, 1号地中次之, 7号地中最少。3号地中菌量随深度增加而增加, 1米以下菌量达每克干土10亿个以上。7号地中菌量变化与3号地相反, 随深度增加而减少, 在75—100厘米土层中每克干土中只有1百多个菌(表8)。

表8 冬麦地反硫化細菌菌量(返青后6次土样平均值)

单位: 千个/克干土

土層深度(厘米)	1 号 地	3 号 地	7 号 地
0—10	273.43	236.28	22.616
10—25	356.675	28,388.54	21.771
25—50	836.56	81,282.76	0.7007
50—75	71.11	1,017.06	4.4295
75—100	4,345.5	3,083,353.17	0.180
100—125	—	891,949.31	—
125—150	—	3,433,942.70	—
150—175	—	1,030,936.89	—
175—200	—	6,583,631.36	—

表9 冬小麦地土壤呼吸强度

单位: 毫克/10克干土

地 号 日 期	1 号 地	3 号 地	7 号 地
3月20日	2.5094	2.3748	1.9116
4月6日	2.5643	1.7598	1.0952
4月20日	4.7948	3.4123	1.8093
5月13日	3.3165	2.3210	1.0189
5月27日	4.6005	2.9615	1.4842*
6月10日	3.4048	2.2827	1.2422*
7月1日	4.8694	3.1281	1.2778*

注: 1号地土样深度为0—100厘米。

3号地土样深度为0—200厘米。

7号地有*者, 土样深度为0—100厘米。

7号地无*者, 土样深度为0—75厘米。

表10 冬麦地土壤分解纖維素强度

地 号	1		3		7		地 号	地
	4月6日	4月21日	5月13日	5月27日	4月6日	4月21日	5月13日	5月27日
土层深度	日期							
0—10	4.34	40.3	25.81	17.47	4.08	35.77	35.07	18.79
10—25	8.50	35.08	22.05	16.10	6.87	1.325	14	9.41
25—50	10.19	60.35	29.03	13.53	19.57	37.65	25.84	28.29
50—75	21.24	34	25.49	13.35	58.31	36.94	8.26	8.15
75—100	20.68	38.47	28.58	21.08	分解完了	27.12	27.92	8.01
100—125	—	—	—	—	57.21	32.23	33.82	26.12
125—150	—	—	—	—	64.33	—33.91	8.34	2.21
150—175	—	—	—	—	60.35	15.86	10.3	0.68
175—200	—	—	—	—	分解完了	30.57	5.58	11.59

注：表中数字为埋藏布条失重%。

(九)土壤呼吸强度 我們測定的結果虽然有波动，但仍然可以从表9中看出，1号地中土壤呼吸强度最强，3号地居中，7号地最弱。

(十)土壤分解纖維素强度 从1、3号地中看不出什么規律来，7号地表层(0—25厘米)的纖維素分解力較强，而在25厘米以下則很弱(表10)。

四 討 論

土壤微生物在土壤中所处的环境极为复杂。温度、水分、空气、有机物、无机盐、氧化还原状态、土壤反应等物理的和化学的因子，都直接对它們有影响。此外，还有植物和土壤微生物本身等生物因子也直接或間接地影响它們。上述这些因子在土壤中又处于不均一状态，所以对所得到的結果加以說明是比较困难的。再者我們所获得的資料也不够全面，我們的微生物分析方法还不够完善，因此，我們的結果有些看不出規律来，有些是矛盾的，現在只就部分結果討論一下。

从結果来看，深耕多肥，也就是說大量施入有机肥，可以增加土壤微生物的数量，从某些方面說，也增加了它們的活动。一般細菌、好气自生固氮菌、亚硝化菌、好气纖維素分解菌、反硫化菌、丁酸菌的菌量都表現有机肥多菌量就多。如果配合深耕，也提高了下层土壤中的菌量。亚硝化菌、固氮菌、反硫化菌的菌量都說明了这种情况。土壤呼吸强度說明土壤中有机質的分解过程也进行得旺盛；土壤分解纖維强度的測定說明，深耕多施肥，可以加强深层土壤中微生物活动的潜力。因此，可以說深耕和多施用有机肥料，加强了土壤中有机質矿化过程，因而加强了植物养料的供应，所以深耕和多施用有机肥是一个有利于作物生长的农业措施。

深耕和施用有机肥可以增加微生物数量的原因很多。首先这两个措施可以改善土壤的物理化学性質，如改善土壤的通透性，增强蓄水性，也相对地提高土温。这些改变为菌类繁殖造成比較适宜

的环境。另外，有机肥也是土壤微生物的接种剂和培养基。所以深耕和施用有机肥可以增加土壤微生物的数量。

深耕和施用有机肥虽然有利于作物生长，但也不能理解为耕得越深、施有机肥越多越好。好气分解纖維細菌的菌量表明：菌量随土层深度增加而减少；而反硫化菌的菌量变化表明：在有机肥多的条件下，菌量随土层深度增加而增高。換句話說，在土层深处好气性菌少而嫌气性菌多。嫌气性細菌分解有机質慢而且不完全，不利于供給植物养料。还有些細菌，如反硝化菌和反硫化菌，还能使硝酸盐和硫酸盐还原，最終成为植物无法直接利用的氮气和対植物根系有毒的硫化氢。这种还原过程反而使土壤养分损失，对植物生长不利。从我們在試驗田中調查的結果来看，1、3号地施肥过多，翻耕到一米或一米以上，土壤中反硫化菌菌量也比施肥較少、浅耕的7号地多，小麦根系生长的长度、粗細、色泽也都比7号地差。由此看来，在过深的土层中施用过多的有机肥非但无利，反而有害。所以只有适当地掌握深耕和施用有机肥料，才能發揮这两个措施的最大作用。因此，从土壤微生物学的角度来看，深耕多么深，施用多少有机肥为宜，还是一个應該进一步研究的問題。为了充分分解有机質，深耕一尺左右可能是較适宜的。在这种深度的土层中，一般透气程度較好，好气微生物較活跃，可以加速有机質的分解；同时，如有不利于植物生长的气体产生，也易于逸散，不致积累为害。当然，一尺左右这个数字仅供大家参考，如果单纯強調翻耕，加强好气菌的分解作用，忽視嫌气菌的积累作用，則可能降低土壤中有機質含量，日久也会造成不良后果。

一般有一种看法，深耕施肥加强了土壤微生物活动，因而有利于植物生长，这种看法有些不够全面，例如上面提到的反硫化細菌多，反而能产生对植物不利的影响。其他微生物是否对植物生长有利，也要具体分析一下才行。例如好气分解纖維素的細菌一般認為是有利的菌，他們分解纖維素时需要一定量的氮。春麦地施純馬糞的地块中这类菌比化肥与有机肥配比为1:2和1:4的地块中

少，純馬糞地中尽管有机肥多，因而随有机肥帶到土壤中去分解纖維素的細菌多，但由于速效氮、磷、鉀肥不足，菌量反而比少加一些有机肥却有一定量化肥的地块中的菌量少一些。这一現象正說明分解纖維素細菌利用了一部分速效肥。如果土壤中速效肥料量少，这类微生物大量繁殖，必然会对植物有不利的影響，所以不能籠統地認為深耕施肥提高了微生物量，加强了菌的活性，就一定会对植物有利。

我們的研究結果反映，1号地、3号地的下层1米左右到2米的土层中，好气自生固氮細菌和亚硝化細菌数量并不比表层菌量少，但不应就認為在底层土壤中固氮作用和硝化作用也不比表层弱。可能在深土层中菌虽然未死亡，但也未进行固氮作用和硝化作用。因为这种作用需要有氧气(固氮作用还要有分子态氮)，在深土层中还还原性强，氧的供应不足，对这两种作用是不利的。所以，在試驗室条件下所測得的菌量，并不能代表土壤中菌的活动强度。

五 結 論

(一)深耕和施用有机肥可以加强土壤微生物活动，加强較深的土层菌量，使植物不能直接利用的养分矿化为植物可以直接利用的养分，对植物生长是有利的。

(二)从土壤微生物学角度来看，应适当掌握深耕深度和施肥量。翻耕过深，施有机肥过多，可能由于反硫化等菌大量繁殖，产生对植物不利的后果。

(三)不能籠統認為加强了微生物的活动，对植物就有利。不仅应该分析加强了什么微生物的活动，还应该分析在什么条件下加强了这些微生物的活动，然后才能断定对植物有利或无利。

关于北京地区冬小麦播种期問題的探討

中国科学院植物研究所

取得农业上高额丰产的各项措施，都有着不可分割的联系。播种期对于增产同样有着重要意义，有时它也可能成为支配高产与否的决定性因素。合适的播种期，不可能是一成不变的，依地区、品种、当年的气象条件和土壤等有所不同，并且受前茬收获期早晚及整地、施肥、播种所需劳动力和所需时间的限制，很难保证都在最适宜的时期播种。可是在一般情况下什么时候播种最合适？什么时候是过早或过晚，过早过晚为什么减产？我们认为这些问题应该进行深入地研究和探讨，供生产上安排播种时期的参考。播种期不同，可以揭露一些植物与环境条件的关系，所以这项研究在生物学上也是有意义的。

由于我们观察的少，获得的资料不多，还不可能提出什么恰当的结论，可是根据我们看到的现象，播种期确是个生产上存在的问题，例如寒露麦会严重地减产就是一个例子。如果大家从各方面能够肯定寒露麦在北京地区是过晚了，所以减产，生产上就可以考虑尽量少种或者根本不种寒露麦了。1959年小麦秋播在即，我们虽然资料还很不充分，看法可能很不妥当，可是我们也愿意把看到的现象和初步看法提出来，供大家参考并希望得到指教。

关于播种期，农民从生产实践中得出来的经验是“白露早，寒露迟，秋分麦子正当时。”这条经验是宝贵的。很多事实证明寒露节后播种是过晚的，减产很严重。

从我们在北京郊区看到的不少块寒露节后播种的小麦，与早播的比较，没有一块是生长良好的，都是植株矮小、细弱、穗小、粒

輕，減產很嚴重。我們在丰台区幾塊麥田的調查，結果如下：

表1 灌溉地小麥的小穗及籽粒情況比較(6月2日調查)

播種期	播種量	株高	小穗數	%	退化小穗數	%	有效小穗數	%	粒數	%	千粒重(克)	%	產量斤/畝	%
9月5日(白露)	35斤	100	17.4	100	3	100	14.4	100	26.8	100	22.25	100	371.3	100
10月13日(寒露)	40斤	75	14.5	83.3	6	200	8.5	59	12.7	47.4	13.50	60.7	180	48.6

這塊田是豐台區長辛店人民公社北崗洼的灌溉地麥田，品種河南白，深耕1.1尺，施底肥豬圈糞每畝2萬斤，小雪、返青、立夏共澆過三次水，追過糞稀、草木灰及漚肥每畝1萬斤。這塊田的生產條件是相當好的，但僅僅由於播種期不同，造成穗、籽粒之間及產量^①上的很大差異。

表2 旱地小麥的小穗及籽粒情況比較(豐台區長辛店人民公社南崗洼6月2日調查)

播種期	播種量(畝)	小穗數	%	退化小穗數	%	有效小穗數	%	粒數	%	千粒重(克)	%
白露	40斤	17.5	100	3.6	100	13.8	100	24.4	100	19.05	100
寒露	40斤	9.1	52	2.6	72.2	6.5	47.1	11.3	46.3	7.13	37.4

旱地麥田早播的與晚播的比較相差的更加懸殊。

上述兩個對比，除播種期外，其他栽培條件完全相同。這樣看來，寒露麥減產是很明顯的。尤其是從第一例中看出，雖然生產條件很好，過晚播種減產還是嚴重的。寒露播種違反了老農的“晚了不種、沒肥不種、接茬不種”三不種的經驗。

白露節前播種對於北京地區抗寒力較強的品種（碧螞1號等抗寒力弱的品種例外）說來是不是過早，我們也作了一些觀察。在北京地區冬小麥很少播種在休閑地上，絕大多數是前茬（玉米、蔬菜等）收穫了以後播種，因此事實上很少有可能過早播種。1958年

^① 產量是收穫後的實產，其他項目是1959年6月2日乳熟期調查的。

秋播小麦很多，比往年提前播种，白露节前播种比较普遍。这就使我们有机会观察更多的白露麦生长发育状况。据观察，不但没有发现“白露早”的缺点，而且有些例子证明白露节前播种比秋分以后播种的更好一些。

丰台区蘆沟桥人民公社小屯大队的产量最高的七块丰产田平均亩产600—1,110斤，都是白露节前（1958年9月9—22日）播种的。

这样看来，白露节前播种对于北京地区的品种说来是不是早，还是比秋分节后播种更好一些，是值得进一步研究的问题。

下面引用的材料是我们在小屯大队二块田上观察、测定所得的一部分资料。两块田都是试验田，都是水分充足的灌溉田，品种都是农大7号，播种量都是每亩120斤，早播的（下称1号田）9月12日（白露节后第四天）播种，深耕3.5尺，每亩施底肥15万斤；晚播的（下称2号田）9月29日（秋分节后第七天）播种，深耕5尺，每亩施底肥10万斤。这两块田，有些条件虽然不同。但是都是水、肥充足的试验田，后期管理又基本上相同。分析它们之间的差异，我们认为其他不同条件的影响不如播种期不同的影响明显。这两块田由于播种密度过高，植株生长不够正常，苗期有些徒长，但是它们之间由于播种期不同所造成的差异仍是很明显的，所以把这些材料用来说明小麦早播与晚播之间的差异。

如果播种量不过高，白露节前播种就不致徒长，为了说明这一点，我们引用另一块一般田（下称3号田）的材料①作参考。

引用这些资料的主要目的是为了说明过晚播种为什么减产，又因为这两块田本身是白露与秋分播种的对比，所以附带也说明白露节前播种比秋分节前播种的小麦更好一些。虽然这样，我们认为根据还是很不足的，只就我们在1958年的气候条件下所观察到的现象提出一些极不成熟的看法供研究播种期问题的参考。

① 3号田9月12日播种，品种农大16号，播种量每亩35斤，深耕1尺，施底肥1万斤，与2号田地块相邻，土壤条件相同。

一 越冬前生長日数不同所引起的植株生長狀況不同的差別

播种期早晚支配着小麦生長期的长短。冬小麦秋播后气温逐渐升高,日照强度和时数以及其他气候、土壤条件也随之变化。

由于小麦的播种期不同,植物的生長、发育各阶段所处的环境条件就随之有所不同。植物生長、发育和环境条件相互关系的变化,必然对小麦的生長、发育、产量、品質发生影响。

表 3 各生長阶段所經過的日数

田号	播种期	当天平均气温	芽出土期	播种到出土日数	当天平均气温	分蘖开始期	当天平均气温	从芽出土到分蘖数	地上部生长期	从停止分蘖到生長日数
1	9,12	22.9°C	9,15	3	21.4°C	9,30	15.2°C	15	12,27	88
2	9,29	13.9°C	10,6	7	16.3°C	10,21	8°C	15	12,27	67

返青日期	开始拔节期	从返青到拔节日期	抽穗日期	从拔节到抽穗日数	成熟日期	从抽穗到成熟日数	生長总计日数
2,15	4,2(第一节間长2厘米)	46	5,11	39	6,24	44	285
2,15	4,2(第一节間长0.5厘米)	46	5,11	39	6,24	44	268

从表 3 看出早播的和晚播的从返青到成熟,生長所經過的日数是相同的,总计生長日数相差的17天是越冬前时期的差数,如果从芽出土算起,实际上生長日数相差21天。越冬前由于生長日数不同,所处的环境条件不同,在植株生長、发育上产生了下列差异。

从表 4 可以看出植株在生長狀況方面的差別是很明显的,早播的由于生長日数多,生長狀況比晚播的良好(早播的在冬前发生了严重徒长現象,这主要是因为播种量过高造成的,与 2 号田邻接的一块同样是 9 月12日播种,每亩播种35斤的 3 号田就沒有发生徒长現象)。

表 4 不同播种期的不同生長狀況

田号	調查日期	生長阶段		株高(厘米)		株粗(厘米)		株高粗比		第二叶长(厘米)		第二叶寬(厘米)		叶长寬比		次生根数	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2 1	58, 10, 20 58, 10, 21	50	17.9	0.23	0.22	217.4	81.3	27.0	13.5	0.63	0.38	42.8	35.5	1.9	2	2	2
1 2	58, 12, 29 58, 12, 25	43.1	20.5	0.32	0.30	134.6	68.3	31.6	11.1	0.67	0.54	47.1	20.5	3.3	4	4	4
	59, 4, 2	24.3	24.21	0.35	0.23	69.5	105.3	13.7	14.9	0.78	0.59	17.5	25.1	13.4	7	7	7

注：数字都是測定有代表性的10株主莖的平均数值，第二叶是从頂端向下数的第二叶。

表 5

田号	調查日期	生長阶段	株高(厘米)			株粗(厘米)			株高粗比		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
2 1	58, 10, 20 58, 10, 21	分蘖期	50	17.9	20	0.23	0.22	0.32	217.4	81.3	62.5
2 1	58, 12, 25 58, 12, 29	越冬开始	43.1	20.5	25.8	0.32	0.30	0.36	134.6	68.3	71.6
	59, 4, 2	拔节开始	24.3	24.21	26.39	0.35	0.23	0.35	69.5	105.3	75.4

二 越冬前生長狀況好坏的意义

冬小麦独特的越冬器官是分蘖节。在北京地区已经长大的叶片连同部分叶鞘在越冬时干枯死亡，所以冬前一段时期植株所累积的有机物质，主要储藏在分蘖节内。冬小麦在出苗后一段时期生长速度较快，生新叶和分蘖消耗的有机物质较多，供储藏的有机物质较少。秋天随气温下降，生长缓慢，有机物质(主要是碳水化合物)的积累过程进行的才比较旺盛。植株制造有机物质的效率与植株的大小，叶片的数目和大小都是有关系的，如果植株过小，叶片数少，制造有机物质的效率也较低，因之储藏的有机物质也相对地减少。也就是说有没有足够的日数供植株长大，生出一定数量的叶片，有没有足够的日数供植株制造并积累有机物质，这些条件与分蘖节中储藏有机物质的多少是密切相关的。2号田晚播的小麦直到12月27日停止生长时，植株生长相当小。

表 6 不同播种期的植株生长情况

調查日期	叶 片 数			第二叶长(厘米)			第二叶宽(厘米)			叶面积(平方厘米)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
58, 10, 20	6	4	7	27.0	13.5	19.5	0.63	0.38	0.83	14.2	4.3	13.9
58, 11, 16	8	5	8									
58, 12, 25	8	7	9	31.6	11.1	14.3	0.67	0.54	0.85	17.6	5.0	10.1

从表 6 可以看出，晚播的 2 号田小麦植株本身从叶片数多少，叶面积大小来看，制造有机物质的条件是不如其他二者的，加之，气温逐渐下降，日照强度和时数也逐渐减少，对 2 号田小麦植株制

表 7

田 号	播种日期	播 种 量	剪掉全部叶片的单株干重(克)	%
3	9, 12	35斤	0.6005	100
1	9, 12	120斤	0.3477	57.9
2	9, 29	120斤	0.1860	30.9

造与积累有机物质的效率都有着不良影响。两者的分蘖节大小有明显差别(图3)。这个情况与返青后在3月16日所作的一次植株地上部分干物质重量的测定结果是符合的①。

从表7可以看出早播的植株干物重为0.3477克,晚播的为0.1860克,后者仅占前者的53.4%。

三 在其他生产条件相似的情况下,植株内有机物质含量过少可能是晚播减产的决定性因素,这一条件是其他水、肥等条件所不能代替的

农业上各种措施,归根结底都是为了创造良好的环境条件,充分地满足作物生长、发育过程的需要,使得作物生长、发育良好,从而取得丰收。如果有某种外界条件妨碍了植物本身正常地新陈代谢和生长、发育,那么植物本身利用外界条件的能力就会降低,此外,植物本身的缺陷不可能完全由良好的外界条件来补偿。冬小麦在返青后生长新叶、新根,分蘖生长锥很快地进入小穗及花的强烈分化阶段,稍后节间伸长(拔节)、抽穗、开花、结实。也就是返青后很快地由营养生长转入生殖生长。植物在这期间除了要求适宜的外界条件之外,植物本身含有的有机物质多少也是非常重要的,冬小麦返青后所需要的有机物质不可能完全靠返青后植物制造的来满足,尤其是返青当初生长新叶、新根、分蘖、生长锥分化,主要是靠越冬前在分蘖节中储藏的有机物质。分蘖节中储藏的有机物质过少,直接影响返青后的生长、发育和植物制造有机物质的能力以及各种生理机能,结果成为严重减产的主要原因。

(一)有效穗数减少 晚播种的植株由于在幼苗很小时就处于

① 这次测定不是在越冬前作的,所以不能完全说明越冬前有机物质积累情况,但是考虑到返青后植株生新叶、新根,生长锥强烈分化,主要是消耗有机物质多,不可能再有大量有机物质运去储藏,此时植株内有机物质的多少还能够反映越冬前情况。又因为干物质中大部分为有机物质,所以用干物重表示有机物质的多少。数字为测定40株的平均值。

严寒的环境中,幼苗在伸长生长,增加分蘖中止的状况下越冬,还没有积累足够的有机物质,春季返青后,很快地就进入小穗形成时期,莖叶生长的时间还很短又进入抽穗开花阶段。因此虽然穗数不一定少,但分蘖发育不良(图3)有效分蘖率降低造成减产(表8)。

表 8

田号	播种期	播种量	最高单株分蘖数	有效穗占出苗株数的%	有效穗占最高茎数的%
3	9, 12	35斤	4.3	163	30.8
1	9, 12	120斤	0.86	39.5	21.2
2	9, 29	120斤	1.45	35	14.3

(二)晚播种的发育开始迟 返青后气温升高,强迫成熟,生长期缩短,穗分化期缩短,加上营养不良,导致穗发育不良,小穗及籽粒数减少,穗轻小,籽粒不饱满,造成减产(参照表1, 2, 9, 10;图1, 2)。

表 9 结实器官形成阶段

田号	调查日期 播种期	4月2日	4月16日	4月28日	5月15日
1	9, 12	第5阶段	第6阶段	第7阶段	第8阶段
2	9, 29	第4阶段	第5阶段	第7阶段	第8阶段

根据庫毕尔曼等著的“禾本科植物结实器官的形成阶段”的分法,第四阶段是小穗突起开始形成。第五阶段是小花开始形成和小穗的颖片形成,第六阶段是花粉粒和雌蕊柱头形成,第七阶段是穗子的全部器官强烈生长,第八阶段抽穗。

早播的从第五至第七阶段经过26天,晚播的经过12天。

表 10 生长锥及穗大小比较 (单位: 毫米)

播种期 调查日期	4月2日		4月16日		4月28日		5月15日	
	长	宽	长	宽	长	宽	长	宽
9, 12	1.35	0.50	2.83	1.00	10.4	1.5	84.4	7.2
9, 29	1.00	0.31	0.81	0.81	7.1	1.3	74.1	6.4

表 11 小穗及花的数目比較①

田号	調查日期 播 种 期	3月27日	4月6日	4月16日		4月22日		6月1日
		小穗数	小穗数	小穗数	花数	小穗数	花数	小穗数
1	9,12	5	15	16.4	3.7	17.4	6.2	17.5
2	9,29	3.5	14.2	14.6	3.0	15.2	6.1	16.2

表 12 单穗中小穗数、粒数、千粒重比較②

日 号	調查日期 播 种 期	6 月 1 日										6月16日	
		小穗 数	%	退化 小穗数	%	有效 小穗数	%	粒数	%	千粒重	%	千粒重	%
1	1959,9,12	17.5	100	4.7	100	12.0	100	20.6	100	18.41	100	38.89	100
2	1959,9,29	16.2	92.6	6.6	140	9.6	75	16.2	78.6	11.95	64.9	26.92	69.22

四 小 結

(一)播种期与其他生产措施同样对高产有着重要意义。播种期不可过早,过早容易发生徒长,易遭冻害。但也不宜过晚,过晚造成严重减产。适宜的播种期不是一成不变的,根据品种、当年气象、土壤条件等有所不同,尤其是春性较强、抗寒力弱的品种更不宜比一般当地品种早播。

(二)北京地区冬小麦,当地品种最晚的播种期限应该在寒露以前,白露播种是不是早,值得进一步研究,从我們的資料来看白露中(9月15日)起到秋分前(9月23日)播种比秋分后期播种更好一些。

(三)寒露播种和秋分后半期播种的小麦减产的主要原因可能是:

1.晚播的生长时期縮短,发芽日数长,返青后气温升高,强迫成熟,結果生长期縮短。

2.生长期縮短主要是在越冬前一段,幼苗在伸长、长叶、分蘖

① 花数是穗中部小穗中的花数。

② 表12所引数字是調查大型穗得出的,大型穗占总穗数的60%以上。

中止情况下越冬,植株矮小,又加上生长日数短,植株制造的和在分蘖节中儲藏的有机物質少。

3.越冬前积累的有机物質过少,不能满足返青后小麦植株长新叶、新根、分蘖、形成結实器官(穗)、拔节、抽穗等方面的需要。使植株陷入营养不良状态。这种营养不良,不能完全为外界条件(水肥等等)所代替。結果降低了有效分蘖率(在一定范围内晚播的分蘖不一定少),单位面积內穗数减少,这是减产的主要原因之一。

4.由于营养不良,使植株生长、发育不良,从而使植株本身利用水肥等外界条件的能力降低,加上結实器官形成受到影响,結果有效小穗、花数及粒数减少,籽粒不飽滿,千粒重減輕,这是减产的另一重要原因。

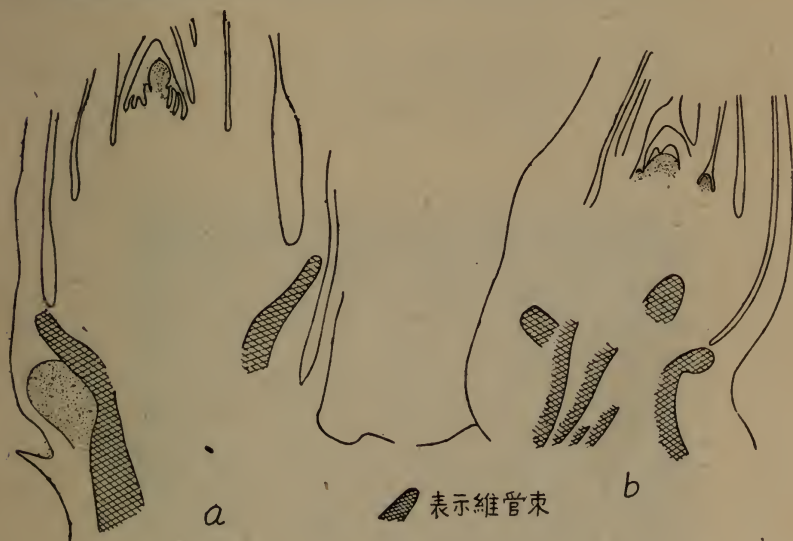


图 4

a-1号田幼苗的分蘖节(11月15日越冬前)

b-2号田幼苗的分蘖节(11月15日越冬前)

主要参考文献

1. 諾薩托夫斯基著,李正德等譯: 小麦生物学,財政經濟出版社(1956)。

2. 庫毕尔曼著, 崔继林等譯: 小麦栽培生物学基础, 科学出版社(1958)。
3. 竹上靜夫著: 实验麦作の技術と增收法, 养賢堂(1957)。
4. 野津原通: 麦の增收技術, 無阳书房。
5. 庫毕尔曼等著, 蔡可譯: 禾本科植物結实器官的形成阶段, 科学出版社(1958)。



图 1 灌溉地小麦

1. 早播种的白露麦穗和粒
2. 晚播种的寒露麦穗和粒



图 2 旱地小麦

1. 早播种的白露麦穗和粒
2. 晚播种的寒露麦穗和粒



图 3

照片从左至右为1、2号田3月23日返青后36天的幼苗，1号苗4个茎，主茎与分蘖几乎同样大小，2号苗8个茎，主茎与分蘖有明显区别。

北京地区1958—1959年小麦生育期間的

农业气象条件

中国农业科学院农业气象研究室

1959年全市冬小麦播种面积共140万亩,获得了比1958年产量高40—50%左右的丰收。这是继1958年农业生产大跃进后的又一个辉煌的胜利。所以能取得这样的巨大胜利,主要是由于全市农民在1958年农业生产大跃进的基础上,認真貫徹了“八字宪法”中以“密”为中心,“土”为基础,“水”“肥”为前提,并在选用良种的先决条件下加强了田間管理工作和战胜了各种自然灾害后的結果。

从冬小麦生育期間的农业气象条件来看, 1959年并不是一个风調雨順的年份,虽然在整個生育期并无强大的自然灾害,但是早春的霜冻、夏初的干旱和干旱风对植株的正常生育仍是有一定程度的影响,特别是干旱与干旱风的影响更为显著。

为了爭取1960年在小麦战綫上取得更大的丰收, 这里試就北京地区的气候特征与1958—1959年冬小麦生育期間的农业气象条件作簡要的分析 and 比較,以供有关方面参考。

一 北京地区的气候特征

北京地区位于北緯 $39^{\circ}54'$, 东經 $116^{\circ}28'$ 。地势西北較高, 东南漸低。拔海高度在50米左右。距海岸約150公里。年平均温度为 12°C 。年降水量在624毫米左右, 各月雨量的分布极不均匀, 雨量多集中在7—8月份, 占全年降水量的70%左右。平均年日照时数为2,666小时。

在一年的四季分配上, 如以气候平均温度低于 10°C 者为冬

季, 10—22°C 者为春、秋季, 以22°C以上者为夏季, 则北京的秋季开始于9月中旬, 冬季开始于10月底, 春季开始于4月初, 夏季开始于6月初; 一年内北京地区有240天的日平均气温大于5°C, 这就是北京地区农作物的生长季节。

北京的秋季延續時間較短, 約一个半月左右, 平均气温为15.7°C, 极对最低温度(1942年10月)为-6.6°C, 本季雨量較少, 約50毫米左右。一般年份土壤湿润情况良好, 小麦播种工作一般在本季內全部完成。最适宜的播种期多在9月下旬, 最晚常不迟于10月中下旬。

冬季是北京地区最长的一个季节, 約150天左右, 占全年总天数的三分之一以上。本季平均气温为零下1度左右, 绝对最低温度出现在1月份, 1951年曾达到零下22.4°C; 雨量較少, 每月只6毫米左右。尤以西北季风盛行, 风速較大, 平均风速在2.5米/秒左右, 造成北京地区冬季干燥少雨与天气寒冷的气候。常年冬季土壤冻结深度在65—75厘米, 此时期正是冬小麦越冬时期, 故在冬小麦越冬以前对麦田的管理措施上, 一般都要进行冬灌和其他防冻措施来保证冬小麦安全越冬。

春季在北京地区虽然开始于4月初, 但一般年份冬小麦在3月中旬就已开始返青进行生长, 至4月中下旬冬小麦即开始进入拔节期。該期間平均气温为16°C。3月份从月初的4.8°C就可升高到月底的14°C (見北京地区历年气候图)。总降水量平均在65毫米左右, 很显然这样的降水量是不能满足同时期小麦对水分的需要的; 再加上强大的西北季风, 使蒸发量显著增加, 所以北京地区往常发生不同程度的春季干旱, 对这时期冬小麦的生长发育影响极为强烈, 使北京地区历年单位面积产量差异較大。如1955年单位面积产量为130.9斤, 而1957年单位面积产量则为53.4斤, 两者相差77.5斤, 和1951年单位面积产量75.3斤相近^①。

① 根据市农林局北京地区历年单产資料。

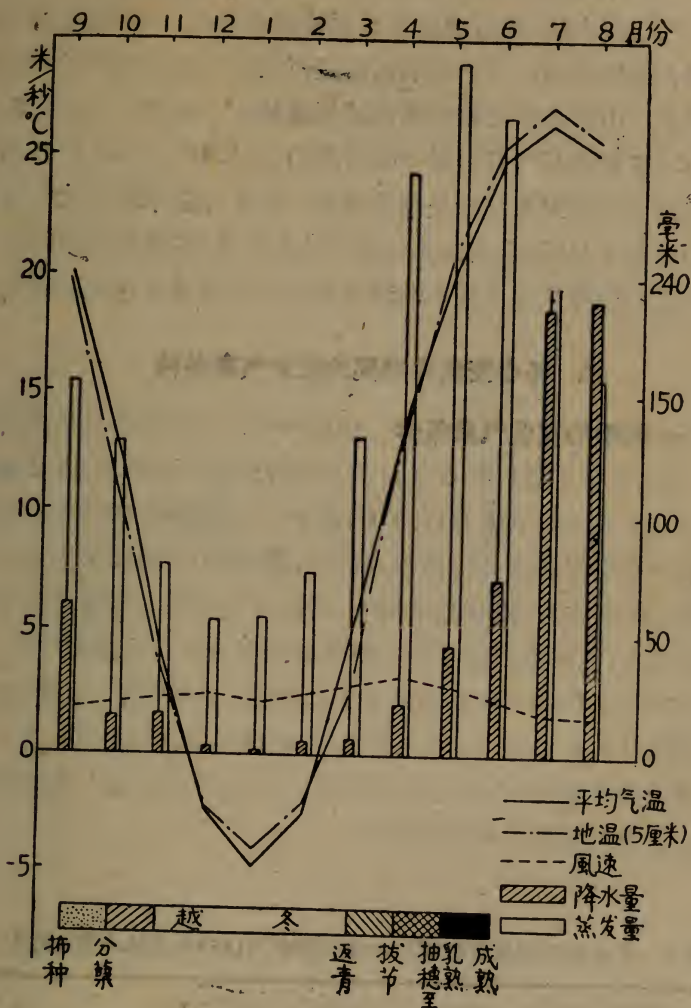


图1 北京地区历年(1940—1958年)气候图

夏季是冬小麦生育期中的最后一个季节，自6月初开始至9月中旬共160多天；而冬小麦只在这段时间里占有较短的半个多月，该时期是北京地区最热而雨量最多的季节。这时东南季风盛行，风

速較小，平均风速在每秒1.8米左右，其特点是将海洋上所帶大量湿润空气吹向大陆。北京地区西北面較高而多山，常使潮湿的气流遇山后造成地形雨，所以北京地区距西北和北面山地較近的区域雨量較多，山区和距山較远的区域雨量較少。本季平均气温为 23.4°C 。绝对最高气温出现在6至7月份，如1942年为 40.2°C ，6月中下旬是小麦結束整个生长期的季节，平均气温为 23.7°C ，雨量約在50毫米左右，冬小麦在此时期正处在乳熟、成熟和收获时期，高温和适中的降水以及較小的风速对冬小麦后期生育是有利的。

二 冬小麦生育期间的农业气象条件

(一)秋季的农业气象条件 从1958年7—8月份的月平均气温来看，要比平常年低 1.2°C 左右，9月份雨量比平常年多63.2毫米左右。9月下旬平均气温为 17.9°C ，适于冬小麦播种。1958年小麦播种工作一般也都是在此时期内进行的。播种时0—20厘米土层的土壤湿度为20%左右，直到越冬前0—20厘米土层的土壤湿度仍保持在18%左右，这样就保证了冬小麦冬前苗期对水分的需要(表1)。加之北京地区1959年在栽培技术上，底肥足土地深翻、小壟密植、土壤墒情好的条件下，小麦生长良好，植株高度达15—20厘米，平均单株分蘖数在3.0个左右，永久根的生长也比較旺盛，这样对冬小麦安全越冬提供了有利的条件。

表1 冬小麦不同生育时期对水分的要求与1959年度降水量比較①

发育期	播种— 出 苗	出苗— 分 蘖	分蘖— 越 冬	越 冬	返青— 拔 节	拔节— 抽 穗	抽穗— 开 花	开花— 收 获	累 計
需水量 (毫米)	7	12	35	22	75	100	24	118.3	393.3
本年降水量 (毫米)	8.4	45.0	3.5	34.6	20.1	6.5	0	12.8	132.7

① 需水量資料是根据前华北农业科学研究所1955—1956年試驗結果。

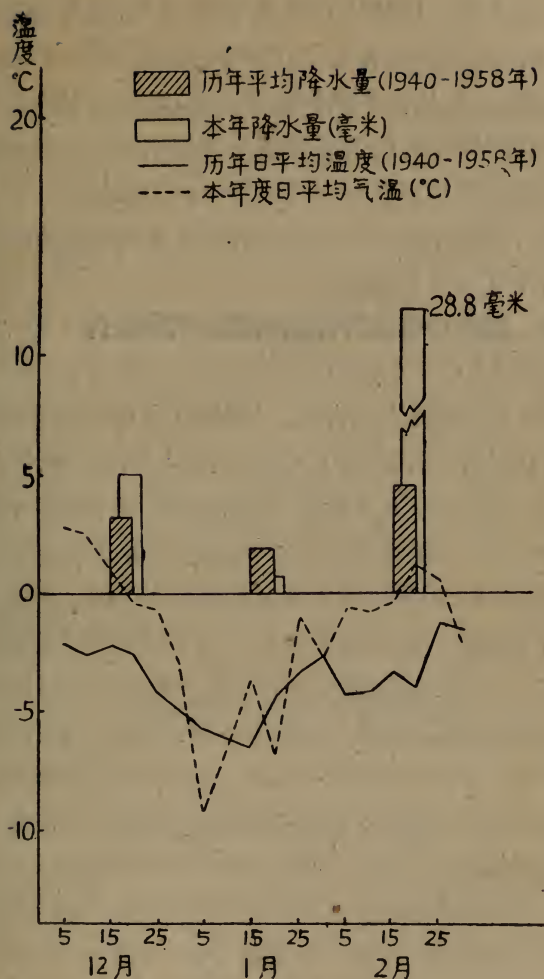


图2 小麦越冬时期气候图

(二)越冬时期的农业气象条件 越冬期间(12月上旬到3月上旬)平均气温(见越冬时期气候图)比平常年高达2—3°C,最高时比平年高4.8°C。降水量比平年同时期多11.5毫米。1959年2月下旬24—25日整个北京地区连续降雪,雪量在28毫米以上,是近数十年

来少有的一次大雪。1958年12月中旬17—18日也曾降雪,雪量在4毫米左右,这两次降雪都有利于1959年冬小麦越冬。1959年的冻土深度为51厘米左右,比常年浅10厘米左右,比冻土最深的1957年浅24厘米。因此1959年有些地区种植耐寒性较弱的品种尚未受到冻害,甚至有些地区根本没有在麦田里进行防寒措施,小麦也可安全越冬。总之,1959年冬麦的气候条件对冬小麦越冬是有利的,为小麦返青打下了良好的基础。

(三)春、夏季小麦生育期间的农业气象条件 历年北京地区小麦返青期在3月中下旬,而1959年小麦返青较早,大部分地区在2月下旬至3月上旬就进入返青期。1959年3月份北京地区气温上升较快;从0°C左右上升到12°C左右,月平均气温为6.9°C,比平常年高2°C,本月雨量为19.4毫米,比平常年多13.2毫米,促使小麦迅速生长,植株高度达20厘米左右。到了4月上旬,冬小麦就先后进入拔节期,此时期0—20厘米的土壤湿度在12%左右。大部分地区对麦田都进行了灌溉,有少数麦田由于水利条件不足和顾虑灌水后小麦发生倒伏,没有进行灌溉。本月平均气温为13°C比往年低1°C左右。4月份雨量为7.2毫米,比往年少13.2毫米。平均风速每秒达4.2,比历年同时期风速每秒大1.0米。部分未进行春灌的麦田受干旱的影响比较显著。因此,表现在小麦植株底部叶片枯黄,少数缺肥的麦田黄苗现象更为严重。土壤干旱对小麦后期的生长发育是极为不利,此时期根据缺肥少水麦田的不同情况,北京各地区农民普遍加强了田间管理工作,基本上消除了这一威胁。1959年4月中旬和下旬连续发生了两次霜冻,4月12日一次比较轻微,以4月16日和

表2 北京地区各气候站霜冻出现时地面最低温度

地区 霜冻站名 日期	海 淀	海 淀	昌平	大兴	通州	密云	周口店	丰台	朝阳	朝阳	怀柔
	农业科学院南圃场	马连洼	南口	永合庄	通县	密云	石 窝	七里庄	平房	酒仙桥	怀柔
4月16日	-4°C	-4°C	-2°C	-2°C	-4°C	-3°C	-3°C	-4°C	-5°C	-2°C	-4°C
4月22日	-5°C	-5°C	0°C	-3°C	-3°C	-5°C	-4°C	-5°C	-5°C	-3°C	-2°C

22日两次較重,使北京地区各地麦田发生了不同程度的冻害(表2),根据調查有20%小麦的叶片和叶尖干枯。

表3 北京农业气象試驗站1959年小麦地上土壤湿度資料(%)

观测时期(日/月)		8/4	18/4	28/4	8/5	18/5	28/5	8/6
項 目								
10天内的降水量(毫米)		6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	3.0
土 壤 層 次 (厘米)	0—10	12.8	9.9	7.0	15.9	8.7	6.1	4.6
	10—20	12.9	11.5	7.8	14.8	10.0	7.3	6.5
	20—30	14.2	12.7	9.2	15.6	12.0	7.2	8.1
	30—40	16.3	12.6	10.5	15.5	12.3	8.9	9.7
	40—50	17.1	14.1	10.9	15.6	13.3	10.9	9.6
	50—60	16.8	16.7	12.0	17.3	14.2	12.8	8.8
	60—70	16.7	17.8	14.6	18.9	15.8	14.3	12.4
	70—80	17.6	19.9	16.3	22.2	16.7	14.4	13.0
	80—90	20.0	18.5	15.3	18.0	17.2	16.1	12.7
	90—100	19.8	19.7	15.6	21.2	17.8	16.2	12.0
0—100厘米平均有效含水量(毫米)		11.3	10.2	5.3	14.3	18.0	4.5	2.0

表4 小麦抽穗至乳熟期間干旱風的强度

气象要素	日 期																				
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
最 高 气 温(°C)	261	251	244	253	219	263	278	311	310	296	296	271	317	298	255	277					
相 对 湿 度(%)	29	34	54	55	58	39	13	25	32	48	43	34	40	38	65	32					
日最大風速(米/秒)	5	6	5	4	12	4	7	5	7	6	3	5	5	4	9	8					
干 旱 程 度	弱	弱	—	—	—	—	弱	弱	弱	—	—	弱	—	—	—	弱					

5月份冬小麦正处在抽穗、开花和灌浆、乳熟时期,本月平均气温为20.7°C,雨量比平年同时期少41.4毫米,空气相对湿度与平年相似,日照时数比平年同时期多30小时左右。上述气象条件是有利于冬小麦抽穗、开花进行授粉的。但另一方面,由于冬小麦返青以来,降雨量較小,平均风速比平年同时期每秒大1.0米左右,有些山区灌溉条件不太好的地块和高崗地的麦田,連續发生干旱(表3),无疑地也将引起一定程度的不良影响。本月干旱风也是极为盛行的

(表4)。如以一日內最大风速每秒在3米以上,最高温度高于25°C,相对湿度小于35%为弱型干旱风的指标,則北京地区由于冬小麦抽穗到乳熟短短的15天內就有7天是弱型干旱风的天气,占总天数的46.7%左右,而該时期內冬小麦对水分的需要极为迫切,占整个生长季的40%左右,故干旱比較重,但由于广大农民对麦田精心管理施行灌溉,大部分地区都免除了干旱。1959年5月中旬晴天日数較多,光照强度充足,如5月18日我們在大兴区德茂所进行的調查:当时植株高度在80—100厘米左右,植株頂部光照强度为33米燭光左右。每亩平均在58万穗的麦田,植株复盖下的光照强度为5千米燭光。平均每亩在92万穗左右的麦田,光照强度为2千米燭光左右。

6月份是冬小麦生育期中的最后一关,1959年由于天气比較干旱,越冬时期温度較高,返青后发育期出現時間比往年早,促使冬小麦提早成熟(表5),6月8日左右小麦先后进入成熟期。大部分麦田

表 5 本年度小麦发育期出現时间与历年的比較

发 育 期	播种	出苗	分蘖	拔节	抽穗	开花	成熟	收获
历年平均日期(日/月)	25/9	2/10	16/10	15/4	9/5	15/5	15/6	20/6
本年生育日期(日/月)	27/9	3/10	28/10	7/4	6/5	12/5	8/6	12/6
較 差	- 2	- 1	-12	+ 8	+ 3	+ 3	+ 7	+ 8

从6月11日左右就开始了收获工作,但是在收获期間,連日阴雨給小麦收获工作带来了很多不便。

三 小 結

根据1959年冬小麦生育期間农业气象条件的特征以及北京地区冬小麦調查所得到一些認識和体会,初步提出以下几点供同志們参考。

(一)1959年本市冬小麦生育期間农业气象条件的特点是:秋季的温度、湿度和土壤水分等条件对冬小麦播种都是比較适宜的,越冬时期温度較高,春季返青后各发育时期比常年提早,春季輕微

的霜冻,对麦苗危害较小,春末、夏初多风少雨,大气与土壤干旱较重,对小麦后期生长发育影响严重,但由于田间管理工作及时,基本上免除了干旱威胁。

(二)适期加肥加水 1959年本市各区有大小不同的麦田,由于加肥灌水不当,产生了不同程度上的倒伏和减产。今后应本着少吃多餐的原则,在冬小麦生育期间保证麦田土壤水分在16—20%左右,不足时就要进行灌溉,并加强田间管理。

注1:根据市农林局北京地区历年小麦产量资料。

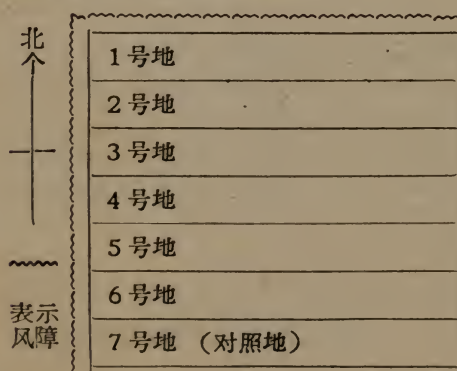
注2:本文使用的气象资料系北京西郊大钟寺气候站和北京农业大学农业气象试验站的气象旬报、月报资料。

小麦丰产試驗田的小气候与小麦 的生長發育

中国科学院生物学部小麦丰产試驗研究小組

一 小麦丰产田的栽培与气象观测概况

本院的小麦丰产田在北京西郊中国农业科学院的南圃場：栽培冬小麦占地約 6 亩余，另有春小麦一些栽培試驗。冬小麦分七个地段，排列的方位如下图：



第 1 号地至 6 号地前作为冬小麦；7 号地前作为玉米。过去都是試驗地，土壤肥力尚好。

第 1 号地深翻 100 厘米，分层施半腐熟馬粪每亩 40 万斤，播种早洋麦，播种量每亩 300 万粒。

第 2 号地深翻 75 厘米，全部是生土，施半腐熟馬粪每亩 12 万斤，播种 G028 号品种小麦，东边播种量每亩 400 万粒，西边播种量每亩 200 万粒。

第 3 号地深翻 200 厘米，在翻地时，将这号地的生土换取邻近地里的熟土，因而这号地 0—200 厘米全部为熟土。施半腐熟馬粪每亩 60 万斤，以早洋麦与 181 号品种混合播种，东边播种量每亩 500 万粒，西边播种量每亩 600 万粒。

第4号地深翻75厘米，全部为生土，施半腐熟馬粪每亩12万斤，播种农大183号品种，东边播种量200万粒，西边播种量300万粒。

第5号地深翻50厘米，全部为生土，施半腐熟馬粪每亩12万斤，播种平原50麦，播种量每亩300万粒。

第6号地深翻有两种不同深度，大部分为25厘米，仅极小部分为50厘米，生土、施半腐熟馬粪每亩12万斤，播种春性品种圓錐型的平原分枝小麦混杂一些普通小麦(約10%)，播种量每亩150万粒。

第7号地为对照地，耕地深度为25厘米，施半腐熟馬粪每亩1万斤，栽培不同小麦品种，与各号地对照，每亩播种量为50斤。

以上各号地，除对照地外，还加施不同数量的化学肥料，不詳贅。

播种方式：第1—6号地都是均匀点播，对照地系条播，行距15厘米。

冬季为了麦苗安全越冬，在試驗地的北面和西面設有风障(北面的风障自1958年11月26日起至1959年3月19日止；西边的风障自1959年11月14日起至1959年2月20日止)，高約3米。为了促使麦苗提早生长和发育，并在第3号地裝置玻璃复盖(自1958年11月21日起至1959年3月12日止)，作为試驗。玻璃架框离地面的高度，南边高60厘米，北面高100厘米。严寒期間，在玻璃复盖面与地面之間围以油毡(自1958年12月14日起至1959年2月20日止)。

在丰产試驗田里，曾于1、3、5、7号地安置不同深度的地温表，1、3两号地并安置自記地温計。又在各号地里安置热电偶，观测不同深度的土壤温度与不同高度的气温，冬季在风障北面亦安置热电偶一个点进行观测，以資比較。小麦株間的光照强度、空气湿度及土壤水分等均进行定时测定。

此外，小麦的各个发育期和生长高度都进行观测。

二 播种时期及越冬期間的田間小气候与冬小麦的生長發育

(一)一般气象条件 田間的小气候，主要是随大气候的变化而发生微細变化的，在論述小气候之前，特将大气候要素的变化情况，作簡略的說明。

1958年9—12月的北京气温与北京西郊多年来的准平均值比較，月平均气温，最高温度和最低温度，除12月份較高外，其余各月偏低。9月、10月和12月的降水量較准平均多，不过11月較准平均少。气温和降水量与准平均的比較見表1和表2。

表1 北京西郊1958年9—12月平均温度与准平均的較差

月 份	9 月			10 月			11 月			12 月		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低
温度(°C)	19.1	25.5	14.8	10.9	17.5	5.8	4.1	9.5	-0.7	0.2	5.1	-4.3
与准平均的較差(°C)	-1.0	-0.6	+0.2	-2.4	-2.5	-0.9	-0.4	-1.1	-0.4	+3.1	+2.0	+3.9

表2 北京西郊1958年9—12月的降水量与准平均的較差

月 份	9 月	10 月	11 月	12 月
降 水 量 (毫米)	125.2	63.7	5.3	5.1
与准平均的較差(毫米)	+ 68.9	+ 42.6	- 4.3	+ 2.3

1959年1月温度較准平均低，2月和3月温度則較准平均高。1月降水仅0.4毫米比准平均少，2月和3月降水則較准平均多。2月25日降大雪，一晝夜得降水量28.8毫米，为2月間唯一的一次降水，亦为多年来2月間罕見的大雪。3月5日和9日又降雪两次，降水总量为18.1毫米，这就增加了土壤水分，对小麦生长发育是相当有利的。1—3月的温度和降水量与准平均的比較見表3。

1958年秋季当冬小麦播种时期(9月26日至10月20日)，气温比常年低，如以候平均气温与常年相比較，比准平均低3°C。播种之后，气温升高。但在第三叶出現时期，气温又复降低，自10月13日

表3 北京西郊1959年1—3月的溫度和降水量与准平均的較差

月份	1 月			2 月			3 月			月份	1月	2月	3月
溫度 (°C)	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	降水 (毫米)			
	-4.9	1.5	-10.3	-0.4	+5.1	-4.8	6.8	17.3	-3.0		0.7	28.8	20.0
与准 平均 的較 差 (°C)	-0.4	-0.4	-0.1	+1.6	+0.8	+1.9	+1.8	+5.9	-1.8	比准 平均 較差	-1.2	+22.2	+12.9

至27日这时期的气温比准平均低1.5—4.9°C。到了10月底播种量少的小麦分蘖时期,气温也是比准平均低1°C。在分蘖以后,从11月下旬到12月下旬,各候平均气温皆比准平均高,約高2—6°C。

(二)田間土壤溫度的变化 由丰产試驗田的5厘米深度的土壤温度来看,在播种时期各号地的土温为15—17°C。丰产田播种方式为均匀点播,在地表面播种后,以細土复盖,厚度为2—3厘米,因此播种处的土温当不低于5厘米土温。故播种时的气温虽低,而土壤温度并不低。小麦幼苗时期与土温关系尤为密切,在小麦出現第三叶到分蘖时期,各号地的土温为8—15°C,由土温来分析,还是宜于小麦的生长发育。

深翻土地与大量施肥改变了土壤物理性質,对于土壤温度是起了一定的影响。以各号地10月份土壤温度相比較,大致的趋势是依地段号数順序的减低。即是1、3、5、7号地依次漸低。各不同深度各号地的土温較差,如以第7号地(对照地)10月份的土温为标准作比較,如表4所列:

表4 1958年10月各号地土壤溫度与对照地的較差

深 度 (厘米)			5	15	40	60	100
1	号	地	+0.9°C	+2.1	+2.3	+4.9	+3.7
3	号	地	+0.4	+1.5	+1.3	+3.0	+1.5
5	号	地	+0.7	+1.2	+0.8	+1.7	+0.6
对	照	地	13.0	15.5	12.6	14.0	16.8

从表 4 看,对照地由 5 厘米至 100 厘米深度的土温,虽不是很规律的,但从 5 厘米深度向下,一般土温逐渐增高。而各号地各不同深度的较差值是顺地号次序渐小是很明显的。如 15 厘米和 40 厘米深度各号地的土温比对照地约高 1—2 °C, 60 厘米深度较对照地约高 2—5 °C; 100 厘米深度较之对照地约高 0.6—4.0 °C。尤以第 1 号地 60 厘米深度土温比对照地约高 5 °C, 较为特出。所以形成这样大的差异,当然与深翻土壤有关。

表 5 各号地土壤容重、总孔隙度、完全容水量、田间持水量的比较

土層深度 (厘米)	第 1 号地		第 3 号地				第 7 号地 (对照地)			
	容 重 (克)	田间持 水 量 (%)	容 重 (克)	总孔隙 度 (%)	完全容 水 量 (%)	田间持 水 量 (%)	容 重 (克)	总孔隙 度 (%)	完全容 水 量 (%)	田间持 水 量 (%)
0-20	1.310	33.3	1.299	49.1	37.8	25.5	1.356	46.9	34.5	25.8
40	1.162	32.3	1.367	45.9	33.5	25.3	1.444	44.7	30.9	24.8
60	1.075	43.8	1.302	49.0	37.6	27.1	1.327	48.6	36.6	22.9
80	1.228	31.0	1.300	49.3	37.9	28.5	1.397	46.1	33.0	22.5
100	1.284	35.7	1.252	50.7	40.5	30.4	—	—	—	—

从表 5 看,土地经过深翻,改变了土壤的物理性质,深翻的较之未深翻的土壤容重变小,孔隙度增大。土壤含水量变大,这样土壤的热容量变大,导热性也改变了。各号地在深翻之后,曾大水漫灌两次。由于各号地深翻施肥不同,各号地含水力不一样,因此各号地土壤水分有了差异。根据播种时期,出苗时期,第三叶出现时期田间各不同深度实测土壤水分的数值来比较,第 1 号地土壤水分最多,3 号地次之,5 号地又次之,对照地最少。而 1、3、5、7 号地的施肥量并不是依次减少,故土壤温度的变化依地号顺序的减低,主要是由于土壤含水量多少的原因,甚为明显。

土壤温度的变化与植株密度的大小也有相当关系,但影响仅及于土壤上层。

关于各地段各不同深度土壤温度的变化,可以归纳为以下几点:

1. 小麦幼苗时期地表温度的变化,在自然状况下,主要是以植株的疏密为轉移。例如:对照地播种量每亩为50斤,又系15厘米行距条播,两行之間,土壤暴露,不象其他各地段均匀点播的土壤表面全为麦苗所复盖,因此对照地的地表吸热快,放热也快。一般說来,对照地在冬季的土壤表面的日平均温度比其他各地段略低。

2. 土壤温度的变化受深翻多肥的影响,可从1958年10月份各地段土温观测记录(表6)与各地段有效含水量(表7)相互印证。按土壤深翻以后,比原来松软,孔隙度增大,含水量增多,而含水量

表 6 1958年10月份平均土壤温度(°C)

深度		0	5	10	15	20	30	60	100
地段									
2 号 地		10.1	13.9	17.8	17.6	13.9	14.9	18.9	20.5
3 号 地		10.0	13.4	16.7	17.0	13.3	13.9	17.0	18.3
5 号 地		10.4	13.7	16.8	16.7	13.2	13.4	15.7	17.4
对 照 地		9.9	13.0	15.6	15.5	12.0	12.6	14.0	16.8

表 7 冬小麦三叶期有效含水量(毫米)

深度(厘米)			0—10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
地段												
1 号 地			26.7	31.7	29.5	29.6	33.5	34.2	37.2	35.3	44.0	27.9
3 号 地			24.1	25.7	30.2	25.0	24.5	27.3	23.2	26.1	19.5	27.1
对 照 地			15.0	20.4	22.3	22.3	18.6	17.4	18.6	19.7	19.5	20.2

多少就更影响了土温的高低。从表5看,各不同深度的有效含水量1号地多于3号地,3号地多于对照地。而各不同深度的土温也是1号地、3号地、对照地顺序变低的。

3. 自1958年11月21日第3号地加玻璃复盖之后,3号地的土温变化即直接受玻璃复盖的影响。由11月份土壤温度曲线图看出,第1号地40厘米的土温仍高于3号地,这样可以推测玻璃复盖对土温的影响仅在40厘米深度以上。

(三)播种时期至越冬前田间土壤水分的变化 田间土壤水分的变化,从播种到越冬前,土壤水分顺地段次第减少。在播种时期0—10厘米深度第1号地最多,为24.8%(有效含水量21.9毫米);对照地最少,为16.2%(有效含水量11.6毫米)。向下深度渐增,水分愈多。出苗时期0—10厘米深度第1号地为22.6%(有效含水量19.2毫米);对照地为13.8%(有效含水量8.8毫米)。向下层水分渐增,在40厘米深度,第1号地为33.8%(有效含水量31.5毫米);对照地为19.9%(有效含水量19.9毫米)。播种和出苗时期的1号地、3号地与对照地各不同深度的土壤含水量的比较,详见表8。

表8 冬小麦各号地播种和出苗的土壤水分

播 种				出 苗									
地 号 土 壤 水 分 深度 (厘米)	第 1 号地		第 3 号地		对 照 地		第 1 号地		第 3 号地		对 照 地		
	土量(%) 壤含水	有效(毫米) 含水	土量(%) 壤含水	有效(毫米) 含水	土量(%) 壤含水	有效(毫米) 含水	土量(%) 壤含水	有效(毫米) 含水	土量(%) 壤含水	有效(毫米) 含水	土量(%) 壤含水	有效(毫米) 含水	
0—10	24.8	21.9	23.6	21.5	16.2	11.6	22.6	19.2	22.5	20.2	13.8	8.8	
20	28.2	26.8	25.5	25.5	18.9	17.4	25.8	23.8	25.6	25.6	19.9	18.8	
40	28.8	25.7	28.2	30.2	22.0	22.9	33.8	31.5	24.6	25.3	19.9	19.9	
60	30.2	28.3	25.1	23.7	22.4	18.3	26.1	23.5	24.9	23.4	21.9	17.7	
80	30.6	27.3	24.0	23.2	24.1	22.3	30.5	27.2	27.3	27.7	21.4	18.4	
100	32.1	30.6	26.4	24.2	22.4	20.5	31.6	29.9	26.1	23.8	22.5	20.6	

在第三叶出现时期近地表10厘米一层,第1号地为28.8%(有效含水量26.7毫米);对照地为19.0%(有效含水量15.0毫米),40厘米深度,第1号地为32.2%(有效含水量29.6毫米),对照地为21.6%(有效含水量22.3毫米)。越冬前于11月18日实测土壤水分,在小麦根系主要分布层40厘米的深度处,第1号地为28.3%(有效含水量25.1毫米),对照地为20.4%(有效含水量20.6毫米);50厘米深度第1号地为30.3%(有效含水量27.2毫米),对照地为21.7%(有效含水量18.2毫米)。100厘米深度,第1号地为42.6%(有效含水量44.0毫米),对照地为22.3%(有效含水量20.3毫米)。

深翻多肥的1号地、3号地与对照地在第三叶出现时期和越冬前的各不同深度的土壤水分的变化见表9。

表9 各号地冬小麦第三叶出现时期及越冬前的土壤水分
第三叶出现时期 越冬前

地号 土壤 深度 (厘米)	第1号地		第3号地		对 照 地		第1号地		第3号地		对 照 地	
	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)
0—10	28.8	26.7	25.6	24.1	19.0	15.0	25.7	23.0	24.5	22.7	23.6	20.5
20	32.1	31.7	25.7	25.7	21.1	20.4	28.1	27.7	22.4	21.3	20.7	19.9
40	32.2	29.6	24.4	25.0	21.6	22.3	28.3	25.1	21.6	21.1	20.4	20.6
60	35.4	34.2	27.9	27.3	21.7	17.4	35.1	34.2	25.2	23.8	23.6	19.8
80	37.5	35.3	26.1	26.1	22.3	19.7	36.8	34.5	29.1	30.2	22.9	20.6
100	30.0	27.9	28.6	27.1	22.2	20.2	42.6	44.0	26.6	24.5	22.3	20.3

根据小麦幼苗时期土壤水分来分析，除对照地在出苗时期为14%外，1、3两号地一般都在20%以上，多的超过30%，主要根系分播层的水分还是很充足的。第1号地土壤水分最多的原因，由于施肥量的比例较大，土壤含水量力强，因为经过两次灌溉，所以含水量特多。

(四)播种至越冬前冬小麦的生长发育 冬小麦丰产栽培试验的播种期、出苗期、第三叶出现期和分蘖期如下：

表10 各号地冬小麦各发育期的出现日期和经历日数(日/月)

地段号数	播 种 期	出 苗 期	日 数	三 叶 期	日 数	分 蘖 期	日 数
1	26—29/9	2—4/10	5—6	11—14/10	9—10	—	—
2	30/9—1/10	7/10	6—7	20/10	13	—	—
3	1/10	6—7/10	5—6	17/10	11—12	—	—
4	1/10	9/10	8	23/10	14	—	—
5	2/10	8/10	6	24/10	16	1/11	8
6	2/10	9/10	7	22/10	13	30/10	8
对 照 地	2/10	8/10	6	18/10	10	29/10	11

从表10看,播种至出苗的经历日数,最短为5天,最长为8天;出苗至第三叶出现,最短为9天,最长为16天。因播种量大小不同,表土深浅不一,土壤湿度有高低差异,故出苗有快有慢。播种量大的分蘖少,甚至完全没有分蘖。根据遮光试验结果证明,光照不足是影响植株分蘖的主要原因。在小麦幼苗时期,对照地小麦生育状态尚属正常。

(五)越冬期间田间气温和土壤温度的变化 越冬期间设置防寒的风障,第3号地加以玻璃复盖,6号地以草帘复盖,5号地并进行各种不同复盖物保温效果的比较试验。因为各种防寒措施不同,就形成越冬期间多种多样的小气候。关于上述各种不同防寒保温措施的气象效应,容后分别分析。兹先行分析各号地在越冬期间的气象条件及各号地相互之间的比较。就1958年12月17—31日观测的1号地、3号地、5号地、对照地不同梯度的气温与土温的观测日平均值,比较如下:

表 11 1958年12月17—31日各号地不同梯度的
日平均气温和土温与对照地的较差

梯 度 (厘米)	1号地 (西边)	2号地 (东边)	3号地 (西边)	4号地 (东边)	5号地 (西边)	6号地 (东边)	对照地
150	+0.7°C	+0.8	+0.7	-0.1	+0.3	+0.7	-1.7
50	+0.9	+0.9	+1.5	0.0	+0.1	-0.6	-1.9
20	+1.1	+1.1	+1.8	+0.2	0	+0.5	-2.1
0	+1.1	+2.0	+2.1	+1.2	-0.1	+0.3	-1.1
-20	+1.7	+1.7	+2.2	+1.7	+1.4	+1.0	+1.0
-40	+1.4	+1.9	+2.6	+1.0	+1.6	+1.1	+2.7
-100	+2.7	+2.8	+0.9	+1.3	+1.7	+1.1	+6.3
-200	+1.5	+0.9	+1.9	+0.3	—	—	+11.2

注:表11的对照地为观测日平均值,其他各号地为与对照地相比的较差值。

从上表看,日平均气温和土温与对照地相比的较差值的1、3、5号地的西边气温大致皆高于其同号地东边的气温。除个别情况外,第1、3、5号地的气温和土温,皆高于对照地。在50厘米以

下不同梯度的气温，3号地西边比1号地西边高，3号地东边比1号地东边低，此由于3号地西边有玻璃复盖，而3号地东边距离风障比1号地东边较远的关系，1号地又高于5号地。各号地的温度垂直变化，最低温度皆出现于地面上20厘米高度处。

对照地小麦株間温度的垂直分布自150厘米高度向下直至20厘米气温渐低，而3号地小麦株間温度的垂直分布则反是，有渐近地面气温渐增的趋势。这是由于3号地有玻璃复盖的原因。

越冬期间小麦植株高度约在20厘米上下，1958年12月下半月的日平均气温，在对照地20厘米高度为 -2.1°C ，3号地在玻璃复盖下比对照地高 1.8°C ，3号地东边未有玻璃复盖的比对照地高 0.2°C ；1号地比对照地高 1.1°C 。5号地比对照地稍高。

12月下半月的土壤温度，3号地有玻璃复盖的，由株間地面直至100厘米深度比对照地约高 2°C ，3号地未有玻璃复盖的比对照地约高 1°C ，1号地和5号地约高 $1-2^{\circ}\text{C}$ 。

越冬期间植株間地面最低温度和植株顶部最低温度，各号地的比较见下表：

表 12 1959年1月和2月各号地的株間地面最低温度与对照地的比较

月 份	1 月				2 月			
地 段	1号地	3号地	5号地	对照地	1号地	3号地	5号地	对照地
株間地面最低温度 ($^{\circ}\text{C}$)	-11.4	-6.1	-10.6	-12.9	-7.8	-2.5	-7.3	-8.4
各号地与对照地的较差 ($^{\circ}\text{C}$)	+1.5	+6.8	+2.3		+0.6	+5.9	+1.1	

从表12看，株間地面最低温度，1月份第1、3、5号地比对照地高 $1.5-6.8^{\circ}\text{C}$ ；2月份第1、3、5号地比对照地高 $0.6-5.9^{\circ}\text{C}$ 。1月和2月因第3号地有玻璃复盖比对照地约高 $6-7^{\circ}\text{C}$ ；3号地1月和2月都比1号地高 5.3°C ；3号地1月和2月也都比5号地高 4°C 以上。

**表 13 1959年1月和2月1、3兩号地植株頂部最低温度的
比較及与株間地面最低温度的較差**

月 份	1 月		2 月		月 份	1 月		2 月	
地 段	1号地	3号地	1号地	3号地	地 段	1号地	3号地	1号地	3号地
植株頂部最低温度(°C)	-15.6	-11.4	-10.3	-6.4	株間地面最低温度与植株頂部最低温度較差	+4.2	+5.3	+2.5	+3.9
1号地与3号地較差(°C)	-4.2		-3.9						

以植株頂部最低温度1月和2月平均值來說，1号地比有玻璃复盖的3号地低4°C。也就是有玻璃复盖較之无玻璃复盖的月平均温度高4°C，这是玻璃复盖对植株的保温效果。因此，1号地越冬期間植株頂部变为黃色，而3号地的植株則全为綠色。

特別值得提出的，越冬期間丰产栽培的小麦，出現在北京地区过去不常見的現象，就是麦苗未經复盖的，虽然上层植株叶子有些变黃，但是下面的叶子几乎全部是綠色越冬。也就是因为播种密度大，植株下层的叶子受上层叶子的复盖，起了保温作用。这样复盖保温的效果，未經复盖的1号地，1月的地面最低温度的平均为-11.4°C，1月的植株頂部最低温度的平均为-15.6°C，两者相差4.2°C，也就是植株下部比植株頂部温度高4.2°C，2月株間地面最低温度的平均为-7.8°C，2月的叶面最低温度的平均为-10.1°C，两者相差2.3°C，也就是植株下部比植株頂部温度高2.3°C，很明显的看出，如丰产田1号地小麦是在株間温度比空气温度高2.3—4.2°C条件下綠色越冬的。当然1号地靠近风障；风障亦有保温作用。对照地的播种量較少，植株在越冬前比較稀疏。但越冬期間，植株表面变黃，而下部也多是綠色的。

三 小麦返青拔节至蠟熟期間的田間小气候与冬小麦的 生長發育

(一)一般气象条件 1959年春季的气候特点，为3月間气温

比准平均高，3月初草木已經萌动，比历年提早。3月初繼2月間降大雪之后，又降雪两次，增加了土壤水分对小麦来說是有利的。但雪后土壤冻结，土温降低。因此第6号地抗寒性不强的分枝小麦，即遭雪后冻害，絕大部分死亡。4月平均气温又比准平均低。4月間发生三次霜冻，4月12日一次，比較輕微，仅极少数叶子受害。4月16—17日及4月21—22日两次霜冻較重，但經過薰烟預防，未受冻害。5月下旬正当小麦开花后灌浆期間，連續几天最高气温升高达32—35°C 空气异常干旱。虽然丰产田經灌溉后土壤水分并不缺少，但空气干旱对于植株地上部分不无影响。田間曾发生少数的白

表 14 北京西郊1959年4—6月的气温和降水量与准平均的比較

月	份	4	月	5	月	6	月	月	份	4	月	5	月	6	月
气 温 (°C)	平 均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	降 水 量 (毫米)	与准平均的較差 (°C)	最高	最低	平均	与准平均的較差 (毫米)
		13.1	19.4	6.5	20.6	27.5	12.0	23.3	29.0						
		-1.0	-1.6	-0.4	+0.8	+0.9	-0.9	-1.7	-2.8	-1.7	-1.7	-3.8	-69.1	9.1	+0.7

表 15 拔节期对照地的日平均气温和土壤温度

高度和深度 (厘米)	150	50	20	地 面	-20	-40	-100
气温和土壤温度 (°C)	12.5	12.3	12.1	10.6	8.5	8.7	8.2

拔节

抽穗—开花

乳熟—蜡熟

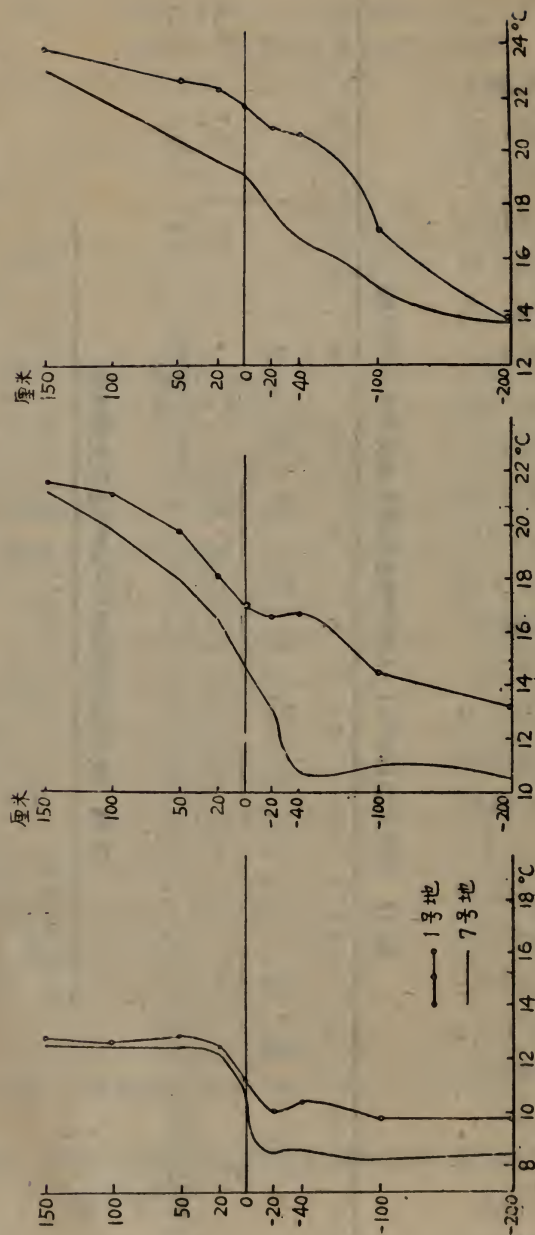


图 1 1号地和7号地冬小麦各发育时期的气温和土壤温度垂直分布图

穗現象，似与干旱的天气有关。4月和5月降水量比准平均少，尤以5月比准平均少69.1毫米。天气長時間干旱，引起病害和虫害发生，对小麦生长发育是不适宜的。气温和降水量与历年准平均的比較如表14。

(二)田間气温与土壤温度的变化 拔节期間的株間小气候，地上与地下不同梯度的温度垂直分布，一般說来，各号地的气温和土壤温度都比对照地高。对照地的气温和土温垂直分布如表15。

从表15和图1看，可以明显的看出，田間小麦植株到拔节时期莖稈伸长，温度的梯度自150厘米高度向下漸漸减低，以地上部分來說，到了地面，温度最低，这与冬季最低温度在株高20厘米高度处有所不同。以地上部分与地下部分联系起来看，則最低温度是在地下20厘米深度处。

拔节期間的植株高度，各号地植株多为44厘米，最高为50厘米，第3号地密度最大，植株亦最矮，平均高度为34厘米。对照地的50厘米高度的日平均气温为 12.3°C ，20厘米高度的日平均气温为 12.1°C ，无大差异。各号地各不同高度的气温和不同深度的土温与对照地比較的差异值如下：

表16 拔节期各号地与对照地的日平均气温和土壤温度的較差($^{\circ}\text{C}$)

高度和深度 (厘米)	1号地	2号地	3号地 (西边)	3号地 (东边)	4号地	5号地	6号地
150	+0.3	+0.1	+0.3	-0.6	+0.3	+1.1	+0.4
50	+0.5	+0.3	+0.4	-0.6	+0.3	+0.5	+0.4
20	+0.3	+0.5	+0.2	-0.3	+0.5	+0.6	+0.4
0	+0.5	+2.1	+2.9	+0.5	-1.1	-0.6	+1.7
-20	+1.5	+2.0	+0.9	-0.3	+0.2	+1.5	+1.8
-40	+1.8	+0.7	+0.9	-0.5	-0.1	-1.8	+1.2
-100	+1.7	+0.8	+1.3	0.0	+0.6	0.0	—

注：表16对照地的气温和土温見表15。

表16所列的气温和土温的較差值，第1、2、6号地的地上和地下同梯度的温度都比对照地高，地上不同高度的气温約高0.3—

0.5°C；地下不同深度的土温約高1—2°C，尚有規律。惟第3号地东边和西边两个测点所测得的结果，温度垂直变化两点很不相同。东边的一点除株間地表面气温高于对照地，地上部各高度和地下部各深度的土温則低于对照地。而西边的一点就3号地的地表面与20厘米高度气温的比較，在株間地表面的气温反比20厘米高度的气温高1.2°C（在拔节期間，就地上部分來說，一般最低温度都在地面）。与各号地的温度垂直分布迥不相同。这似乎是由于植株稠密，不易散热，日平均温度高于其他各号地，故株間地表面温度亦高。

表 17 拔节期間各号地株間的日平均相对湿度

地 号	1号地	2号地	3号地	4号地	5号地	6号地	对照地
相 对 湿 度 (%)	79	80	81	80	73	58	67

植株密度大的株間的日平均相对湿度大，植株密度小的則日平均相对湿度小，合乎一般規律。拔节期間1号至4号地的株間的日平均相对湿度为79—81%，其中第3号地植株最密，日平均为81%。第6号地的小麦在越冬期間絕大部分的分枝多冻死了，只留下少数的普通小麦。返青后調查，剩下來的麦苗每亩不到30万株，約相当于每亩播种量20斤。植株稀疏，故相对湿度最小。除6号地外，則以对照地相对湿度較小，日平均为67%。

抽穗至开花期間的田間小气候，对照地因播种量小，气温和土温的垂直分布比較正常，各不同高度的气温和不同深度的土温如下表所列。

表 18 抽穗至开花期間对照地的日平均气温和土壤温度

高度和深度 (厘米)	150	50	20	地 面	-20	-40	-100
气温和土壤温度 (°C)	21.5	18.0	16.4	14.6	13.6	10.7	11.1

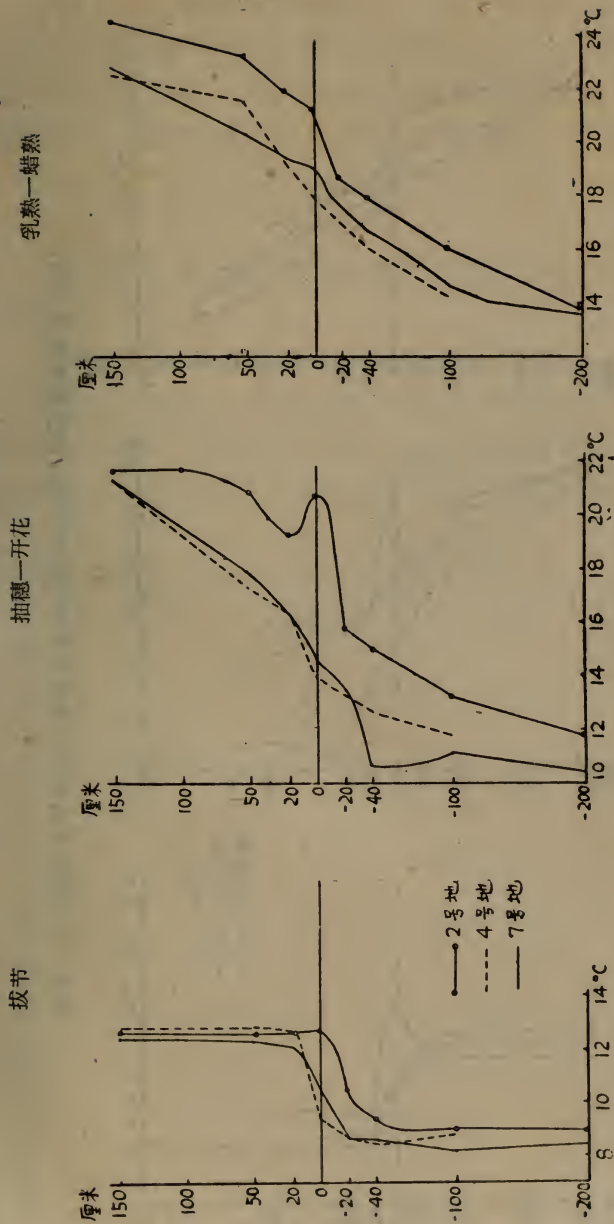


图 2 2、4、7号地冬小麦各发育时期的气温和土壤温度垂直分布图

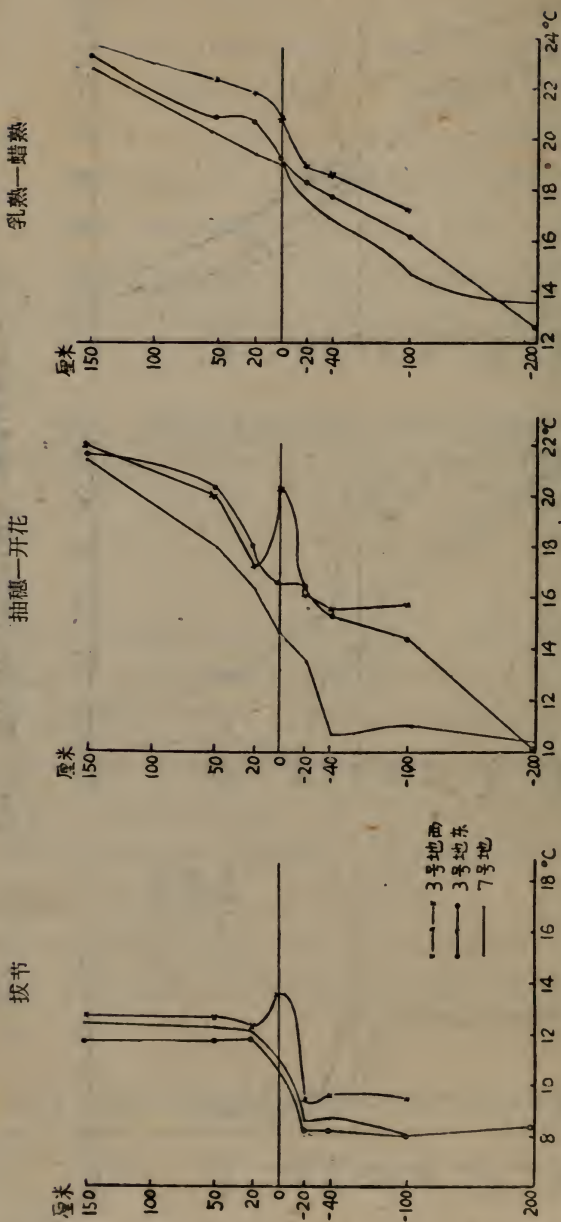


图 3 3号地和7号地冬小麦各发育时期的气温和土壤温度垂直分布图

抽穗至开花期間的温度梯度,由上向下温度渐低,与拔节期所不同的,即最低温度已轉移至地下40厘米深度处,而渐趋垂直。这段时期的植株高度一般为95厘米,植株高度最高的达120余厘米。植株頂部150厘米高度处的气温为 21.5°C ,50厘米高度处为 18.0°C ,地表面为 14.6°C 。地下40厘米深度为 10.7°C ,100厘米深度为 11.1°C 。

这段时期各号地株間气温和地下土温仍多高于对照地,較差見表19。

各号地的日平均气温除4号地比对照地較低外,其余各号地的气温都比对照地高。2号地高于3号地,3号地高于1号地,1号地高于6号地,6号地高于5号地。株間气温最高的2号地,地表面温度比对照地高 6.1°C ,20厘米及50厘米高度比对照地高2.8—

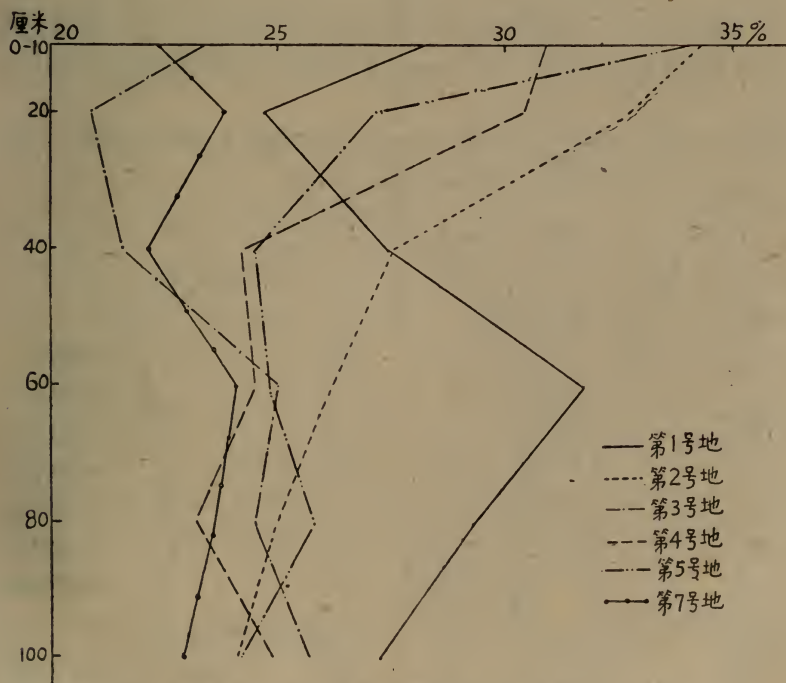


图4 各号地小麦返青后土壤水分变化图(1959年3月16日测定)

表 19 抽穗至开花期間各号地与对照地的日平均气温和土温的較差

高度和深度 (厘米)	1号地	2号地	3号地 (西边)	3号地 (东边)	4号地	5号地	6号地
150	+0.3°C	0.0	+0.4	+2.2	-0.1	+0.6	-0.6
50	+1.8	+2.8	+2.0	+1.6	-0.6	+0.9	+0.4
20	+1.6	+2.9	+0.8	+1.9	+0.1	+1.1	+1.3
0	+2.4	+6.1	+5.5	+2.7	-0.6	+1.7	+1.3
-20	+2.9	+2.2	+2.5	+4.6	-0.3	+3.7	+2.1
-40	+6.0	+4.3	+4.7	+3.2	+2.0	+3.7	+4.3
-100	+3.2	+2.1	+4.6	-0.4	+0.8	-1.1	—

注：表19对照地的气温和土温見表18。

2.9°C。5号地株間地表温度比对照地高1.7°C，由地表向上各不同高度約高0.6—1.1°C。形成地上株間温度垂直分布的不同，主要是决定于植株的疏密程度和植株本身生长势的强弱。值得提出的，植株密度大的与密度小的，温度垂直分布有所不同。观株間温度梯度图(图2，图3)，2号地和3号地西边的植株在地上20厘米

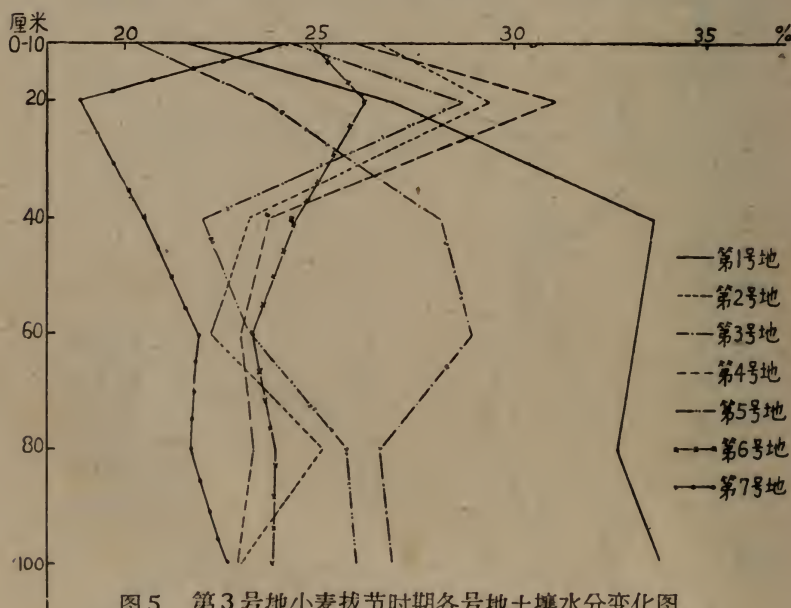


图 5 第3号地小麦拔节时期各号地土壤水分变化图
(1959年3月31日测定)

高度处气温最低，向下近地面气温又形增高。5号地的最低气温在近地面处，而在地下20厘米深度处土温又形增高。这是由于植株密度大小不等，莖叶复盖不同，而温度梯度也有所不同。

乳熟至蜡熟期間的气温和土温垂直分布，对照地的地上部最低气温在地表面为 19°C ；向上气温增高，到株頂之上150厘米高度处为 22.9°C ；地下40厘米深度土温为 16.4°C ，100厘米深度处为 14.6°C 。

其他各号地与对照地的比較，除4、5、6三号地不很規則外，其他1、2、3几条地皆較对照地高。地上部分的气温以2号地最高，比較高 $1.6—2.9^{\circ}\text{C}$ ；3号地次之，約較高 $1.0—2.2^{\circ}\text{C}$ 。地下的土温，1号地比3号地高，3号地比2号地高；5号地、6号地、4号地的土温依次减低。

(三)小麦返青至乳熟期間土壤水分的变化 从小麦返青以后各号地各时期土壤

表 20 冬小麦各号地返青和拔节的土壤水分

拔节(3月31日)

返青(3月16日)

深度 (厘米)	地号		第1号地		第3号地		第4号地		对照地		第1号地		第3号地		第4号地		对照地	
	土壤水分		土温	有效含水量	土温	有效含水量	土温	有效含水量	土温	有效含水量	土温	有效含水量	土温	有效含水量	土温	有效含水量	土温	有效含水量
0—10	28.3	26.1	23.4	21.3	30.9	25.5	22.3	19.0	21.6	17.4	20.3	17.4	24.8	18.6	24.1	21.1	24.1	21.1
20	24.7	22.4	20.9	19.3	30.4	20.1	23.8	24.2	26.9	25.2	23.6	22.9	26.2	16.3	18.8	17.2	16.3	17.2
40	27.4	24.2	21.6	21.1	24.2	21.8	22.1	23.0	33.6	31.3	28.1	30.1	24.4	22.0	20.5	20.4	22.0	20.4
60	31.7	30.1	25.0	23.6	24.5	21.5	24.1	20.5	33.2	31.8	28.9	28.5	23.3	19.9	21.9	17.7	19.9	17.7
80	29.3	25.8	24.5	23.9	23.2	22.2	23.6	21.6	32.7	29.7	26.6	26.8	23.9	23.2	21.7	18.8	23.2	18.8
100	27.2	24.3	25.7	23.3	24.9	25.7	22.9	21.3	33.8	32.8	26.9	24.9	23.8	24.0	22.6	20.8	24.0	20.8

水分的变化(图4)来看,总的趋势在40厘米以下是1号地最高,6号地最低,其他各号地居中。深翻的1号地和3号地的土壤水分在20—80厘米深度,随着土层深度向下渐增而水分即逐渐增加,浅翻的2、4、5、6号地则随着土层深度加深而减少。对照地自40—60厘米深度土壤水分逐渐增加,60—100厘米则逐渐减少。1、3、4号地 and 对照地的返青和拔节的土壤水分见表20。

在返青之后各时期土壤水分的变化,主要受天气条件、灌溉以及植株生长发育不同的影响。在返青时期,各号地土壤水分较多,这是由于2月25日降了大雪的关系。在小麦根群分布层的40—60厘米深度的土壤水分,1号地为27.4—31.7% (有效含水量24.2—30.1毫米)。其他各号地则为22—25% (表20)。

3月31日第3号地的小麦进入拔节盛期,其他各号地也快要拔节,这时期1号

表21 冬小麦各号地拔节后和抽穗前的土壤水分
抽穗前(4月30日)
拔节后(4月13日)

深度(厘米)	地号	第1号地		第3号地		第4号地		对照地		第1号地		第3号地		第4号地		对照地	
		土壤水分	有效含水量(%)	土壤水分	有效含水量(%)	土壤水分	有效含水量(%)	土壤水分	有效含水量(%)	土壤水分	有效含水量(%)	土壤水分	有效含水量(%)	土壤水分	有效含水量(%)	土壤水分	有效含水量(%)
0—10		13.6	8.2	13.6	8.9	18.2	11.2	13.1	7.9	27.2	24.8	18.7	15.4	22.3	15.8	16.4	11.9
20		14.3	9.3	14.0	10.0	19.5	10.2	14.5	11.2	23.4	20.8	17.1	14.2	25.5	15.6	17.2	15.0
40		23.1	19.2	13.9	10.0	17.1	12.1	16.0	14.3	30.9	28.2	24.2	24.8	21.7	18.4	18.5	17.9
60		26.5	23.9	20.8	18.2	18.8	14.0	17.2	11.6	28.9	26.8	24.0	22.3	22.0	18.2	22.1	17.9
80		25.0	20.8	23.1	20.9	19.8	17.2	18.3	13.9	33.8	31.0	25.6	25.4	22.3	20.9	20.8	17.5
100		23.9	20.1	26.7	24.6	18.8	16.3	19.0	14.0	34.8	34.0	26.6	24.5	20.7	19.3	18.6	14.6

地和4号地40—100厘米深度的土壤水分都在25%以上。植株生长发育比较强壮的4号地和对照地40—100厘米的土壤水分分别为24%及22%(表20,图5)。为了防止小麦徒长和倒伏,对小麦进行墩苗,未灌水。

拔节后各号地土壤水分的变化,总的趋势见图6。自40厘米向下,水分渐多,这是由于拔节时期,主要根群分布处吸收水分较多,向下深度愈深,吸收水分愈少。但各层的土壤水分与拔节前相比,已大形减少。各号地的土壤水分,1号地最多,40—60厘米深度为23.1—26.5%,向下较少;对照地最少,40—100厘米深度为16.0—19.0%,(表21);其他各号地为18.8—21.5%。

抽穗前曾灌水,故各号地土壤水分比拔节后增多。这个时期各号地的土壤水分的比较见表21。在抽穗时各号地总的趋势见图7。自40厘米以下,水分渐多,但在这个时期各号地的土壤水分是整

表 22 冬小麦各号地抽穗和乳熟时期的土壤水分

抽穗期(5月14日)

乳熟期(6月5日)

深度 (厘米)	地 号		第1号地		第3号地		第4号地		对照地		第1号地		第3号地		第4号地		对照地	
	土壤水分		土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)	土壤含水量(%)	有效含水量(毫米)
0—10	18.5	14.2	18.5	18.8	21.4	18.8	21.8	15.3	11.9	6.5	24.7	21.7	23.9	21.9	21.9	15.4	16.1	11.5
20	19.6	16.0	19.6	18.6	20.4	18.6	22.2	12.6	13.3	9.5	22.6	19.8	21.1	19.6	27.2	17.2	16.3	13.7
40	18.9	14.4	18.9	17.5	19.0	17.5	21.7	18.4	14.6	12.3	25.3	21.7	23.1	23.2	21.5	18.1	17.2	16.0
60	30.4	28.6	30.4	16.6	19.6	16.6	21.0	16.9	16.7	11.0	27.5	25.1	23.7	21.9	22.0	18.2	19.6	14.7
80	39.7	49.4	39.7	27.9	27.4	27.9	18.7	15.6	18.3	13.9	35.5	32.9	26.7	26.9	18.0	14.6	20.1	16.5
100	35.4	34.8	35.4	24.2	21.4	24.2	18.9	16.5	17.3	12.6	35.5	34.9	27.7	25.9	16.8	13.2	20.5	17.6

个生长期最少的时候。主要根系分布层40—60厘米深度1号地为18.9—30.4%，对照地为14.6—16.7%，其他各号地则为18.0—23.7%。

在乳熟期之前曾灌水，故土壤水分稍有增加，主要根系分布层40—60厘米深度1号地为25.3—27.5%，对照地为17.2—19.6%，其他各号地则为18—24%。抽穗期和乳熟期各号地的土壤水分见表22。

土壤水分的多少，与植株的生长发育关系相当密切，尤其在拔节时期，如土壤水分过多，植株容易徒长或倒伏，影响未来的产量。如果土壤水分过少，则又不利于植株生长发育，甚至招致植株干枯而死亡。因此在这一时期，须减少灌水，以期墩苗。从3月20日灌水以后，直到4月13日未进行灌溉。3月22日只降小雨，此后即未降雨，因此土壤水分较少。各号地0—60厘米深度的土层平均土壤含水量为15.2—20.3%（有效含水量20.2—24.1毫米），但植株的生

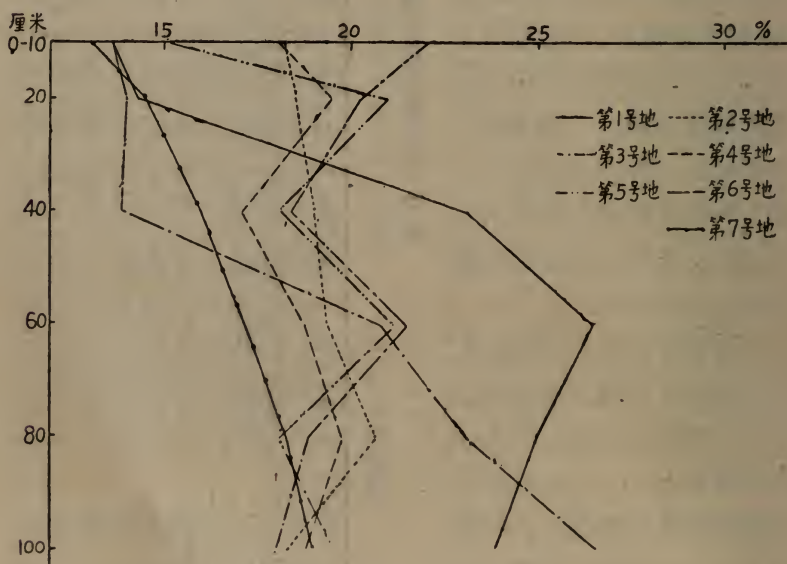


图6 各号地小麦拔节后土壤水分变化图（1959年4月13日测定）

长发育并未表现出受很大影响，只有个别地段在中午时植株叶子稍有萎蔫现象。因此，于4月16日至4月20日将各号地先后进行灌水，这个时期土壤水分较少，对植株的生育影响却不大，相反，对墩苗却引起了一定的作用。在墩苗时期，土壤含水量究以多少为宜，从丰产田各号地的土壤水分资料和3号地的灌溉试验中可以看出，0—60厘米深度的平均含水量不能小于16%（相当田间持水量60%上下），如果小于此数，对植株生育不利，即影响产量。而以土壤水分在18%（相当田间持水量70%）较为适宜，这是在高度深翻多肥和密植的情况下得的结果。如在一般大田的情况下，土壤水分最低不应小于14%（也相当于田间持水量60%左右），而以在16%较为适宜。

在小麦抽穗和灌浆时期的土壤水分，对于籽粒的形成起着决

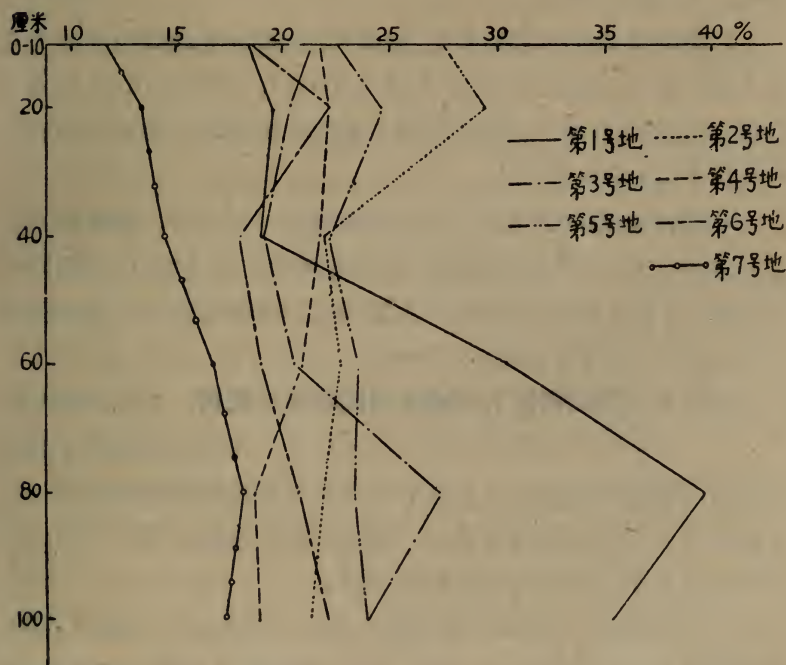


图7 各号地小麦抽穗前土壤水分变化图(1959年5月14日测定)

定性的作用。在灌浆时期，如果土壤水分过少，籽粒就不能饱满，无效小穗增多，千粒重减少，产量即减低。若土壤水分过多，不但延长小麦生长期，而且容易倒伏，也影响产量。

在丰产田里，由于植株过密，大部分植株倒伏，曾搭了支架，因此土壤水分与小麦倒伏的关系，表现得不够明显。在植株生长的外表看来，对照地比其他各号地倒伏较轻，这不仅由于对照地土壤水分少，而且对照地植株密度也小，故通风透光比较好，植株生长健壮，所以倒伏较轻，但倒伏与土壤水分自有其一定的关系。因此可以说土壤水分过大，是影响小麦倒伏原因之一。为了获得高额而稳定的产量，必须控制土壤中的适宜水分，适宜灌水，才能不致倒伏，获得丰收。

从上述小麦发育各个时期各号地的土壤水分的变化来看，大致可分为两种情况：

1. 播种量高的(深翻、多肥、密植)在小麦生长期间的土壤含水量上限为30%(相当于田间持水量的100%)，下限为16%(相当于田间持水量的60%)，比较适宜的土壤含水量为20—25%(相当于田间持水量的70—90%)。

2. 播种量低的(深翻不过一尺，施肥不过一万斤，播种量不超过每亩50斤)在小麦生长期间的土壤含水量上限为24%(田间持水量100%)，下限为14%(田间持水量60%)，比较适宜的土壤含水量为16—21%(田间持水量70—90%)。

(四)冬小麦返青拔节至成熟期间的生长发育 由于1959年1、2、3月间的气温比常年高，又加以丰产田有风障和复盖的保温措施，株间温度较高，自2月中旬起各号地植株即渐渐返青。各号地拔节日期亦较常年提早。各号地的拔节、抽穗、开花、乳熟、蜡熟的出现日期与对照地的比较见表23。

3号地早洋+181品种混播的小麦于3月30日进入拔节盛期，比其他各号地小麦提早7—13天。3号地因越冬期间有玻璃复盖，故拔节期特早。6号地分枝麦因冬末春初去掉草帘复盖之后，适2

表 23 冬小麦各号地拔节至蜡熟的出現日期(日/月)

地 段	品 种	拔节期	抽穗期	开花期	乳熟期	蜡熟期
1 对照地	早 洋	9/4	16/5	21/5	6/6	18/6
		10/4	16/5	18/5	6/6	20/6
2 对照地	6028号	6/4	15/5	20/5	5/6	20/6
		8/4	12/5	15/5	2/6	18/6
3 对照地	早洋+181号	30/3	16/5	18/5	6/6	18/6
		10/4	16/5	18/5	6/6	19/6
4 对照地	183号	6/4	15/5	18/5	6/6	19/6
		8/4	15/5	17/5	6/6	19/6
5 对照地	平原50麦	6/4	16/5	20/5	6/6	19/6
		10/4	14/5	17/5	3/6	20/6
6 对照地	分 枝 麦	12/4	12/5	18/5	6/6	21/6
		8/4	14/5	17/5	6/6	22/6

注：上表的对照地都是第7号地，在这地段上栽培各个品种，与1—6号地对照。

月下旬和3月初降雪后，温度下降，受了冷冻，因此拔节期較之其他各号地延迟。各号地与对照地相比較，較之对照地提前1—11天进入拔节盛期，而6号地的对照地則比6号地提早4天拔节。

拔节以后，各号地不同品种的发育快慢不一。2号地的对照地抽穗期提早3天，开花期提早5天，乳熟期提早2天，蜡熟期提早2天。这是播种量小的比播种量大的唯一提早成熟的例子。第3号地拔节期虽提早11天，但抽穗、开花、乳熟与其对照地都同时出現，蜡熟期也只相差1天。

根据各号地与其对照地的冬小麦各发育期的出現日期来看，虽然各号地不同深翻、施肥、密植，以及在越冬期間有不同的防寒措施，但冬小麦发育的快慢，只是拔节期的出現有早迟的不同，可是到了抽穗时期，相差日数即行减少，到了开花、乳熟、蜡熟几乎同时，相差也不过一、二天。由此可以得出結論：冬小麦各发育期的出現，在生育后期(以抽穗到蜡熟)不因翻地的深浅，施肥量的多少，

以及播种量的大小,而影响成熟的早迟。只要同时播种的,都可以同时成熟。

四 各种防寒措施的气象效应

(一)风障的气象效应 丰产田的风障,北面的高約 3 米,以高粱稈排列編成,在地面至离地約 1 米高处敷以泥浆,1 米以上是疏通的。西面的风障,全用高粱稈排列編成。

1. 风障防寒的气象效应,根据表 24 所列在风障南面和风障北面观测记录来作比較,以离地面 150 厘米高度来說,只在风障南

表 24 风障南面和北面不同高度的温度(°C)

位 置		风 障 南 面							风障北面
与风障距离(米)		7	14	21	35	42	49	56	14
高 度	150厘米	-2.5	-2.7	-2.9	-2.9	-2.6	-2.7	-2.6	-2.8
	20厘米	-3.2	-3.1	-2.8	-3.1	-3.0	-3.3	-3.0	-3.3

注: 表 24 为 1959 年 1 月 28 日 12 次观测平均值。

表 25 距离风障不同远近各时温度(°C)的比較

观测时间	7 米	14 米	21 米	35 米	42 米	49 米	56 米
2:00	-5.7	-6.2	-6.5	-6.5	-6.0	-7.1	-6.5
4:00	-7.9	-8.0	-7.6	-7.0	-6.4	-7.0	-7.0
6:00	-10.4	-9.4	-9.2	-9.3	-8.3	-8.5	-9.0
8:00	-7.8	-7.5	-8.5	-9.4	-9.3	-9.2	-9.4
10:00	-0.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.9	0.0	-1.6
12:00	3.0	3.0	3.2	3.4	2.8	4.0	3.0
14:00	5.3	5.2	5.5	5.0	4.1	5.4	4.8
16:00	6.4	5.9	5.7	5.2	5.1	5.7	5.6
18:00	1.7	0.5	0.0	-0.1	1.0	0.3	0.5
20:00	-3.5	-4.6	-4.7	-4.0	-3.5	-5.0	-4.0
22:00	-3.5	-3.2	-3.4	-3.0	-2.5	-3.5	-2.5
24:00	-6.7	-7.0	-7.6	-7.0	-6.5	-7.0	-5.5
平 均	-2.5	-2.7	-2.9	-2.9	-2.6	-2.7	-2.6

注: 表 25 为 1959 年 1 月 28 日观测记录。

面距风障14米以內有保温作用。如以20厘米高度來說,保温作用可远达42米。但保温的效果不大显著。根据多次观测資料的分析,这是因为丰产田的北面和西面有风障,而南面距风障21—35米之間的第3号地有1米高的玻璃复盖装置,这样,1号和2号地的南北两面都有阻碍物,在这样狭长的地里,如有冷气流入侵,西面为风障所阻,冷空气即不易流散,就形成低温。风障的西北角,空气最不流通,晚間因辐射而冷却的冷空气,积滞在里边,无法流通,因而也形成温度較低。

2. 风障保温作用比較显著的时间,从表25看,約在上午10时以后至下午6时之前的这段时间。

距离风障35米以外,温度反而有所增高,这是由于3号地的玻璃复盖装置,高出地面1米,起了第二道风障作用。

3. 风障南面距风障脚下約1—2米处的小麦幼苗返青特早,約提早6天左右。拔节期因而也提早5天左右。

4. 越冬期間曾进行三个不同地点冻土深度观测。观1、3、7号地(对照地)冬季不同冻土深度比較图,1月間差异很大,如1959年1月23日至27日的5天,冻土最深。1号地为38厘米,3号地为44厘米,7号地(对照地)为50厘米,三条地冻土深度的較差是6厘米。表26为1959年1月28日风障南面和北面不同地点不同深度的土壤温度的比較:

表 26 風障南面和北面不同深度土壤温度(°C)的比較

地下深度 (厘米)	風障北面	風 障 南 面			
		1号地东边	1号地西边	3号地东边	3号地西边
20	-2.8	0.2	2.7	-0.8	2.5
40	-1.8	2.6	4.0	0.2	3.3

注: 表20的記錄为1959年1月28日12次观测平均值。

从表26看,根据1959年1月28日的观测記錄来看,以位于风障南面的1号地和3号地作比較,1号地的东边和3号地的东边是

处在风障边缘，因此虽同在一条地里，而东边的土壤温度低于西边的土壤温度，1号地东边40厘米的土壤温度高于3号地东边同深度的土壤温度 2.4°C ，这是距离风障近的原因。1号和3号地在风障之南，20厘米和40厘米深度的土温比较风障北面同深度的土温高，这显然是风障的保温作用。观察冻土深度的达尼林冻土仪即装置在1号地和3号地的东边。距离风障渐远，土温即渐渐较低，而冻土深度亦较深，故风障对1、3两号地冻土深浅有相当的作用。

(二)玻璃复盖的保温效应 玻璃复盖的保温作用可分两方面

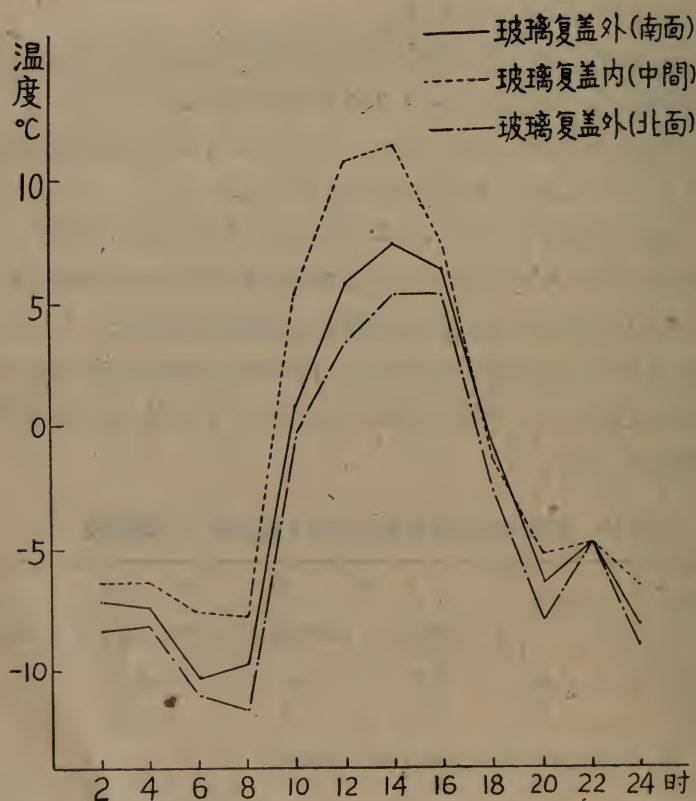


图8 玻璃复盖内外温差的变化比较

來說，第一，玻璃复盖內的保温效果；第二，玻璃复盖裝置影响南面4号地起了保温作用。玻璃复盖影响温度的日变化如图8所示。

1. 从表27看，玻璃复盖裝置就它的內部20厘米高度观测記錄来看，南边温度低，北边温度高，中間部分与北边的温度相接近。若与玻璃复盖的外面温度相比較，玻璃复盖內比玻璃外南面的气温

表 27 玻璃复盖不同位置气温的比較

位 置	玻璃复盖外面 (南面)		玻 璃 复 盖 内						玻璃复盖外面 (北面)		玻璃复盖内(南、中、北平均)	
			南 边		中 間		北 边					
	东	西	东	西	东	西	东	西	东	西	东	西
气温(°C)	-2.7	-2.9	-1.6	-1.5	-0.8	-0.8	-1.0	-0.7	-4.0	-4.2	-1.1	-1.0
平 均	-2.8		-1.6		-0.8		-0.9		-4.1		-1.1	

注：表27的記錄为1959年1月28日12次观测平均值。

(第4号地)高 1.7°C (-1.1 — 2.8°C)，比玻璃外北面(第2号地)的气温高 3.0°C (-1.1 — 4.1°C)。再以玻璃复盖內的植株叶面最低温度与它的外面(第1号地)叶面最低温度相比較，約高 4.0°C ，也就是說，玻璃复盖的保温作用可以提高(較玻璃外)温度 4.0°C 上下。

就玻璃复盖裝置外部来看，它对南面第4号地有保温作用，使温度增高 1.3°C (-2.8 至 -4.1°C)。

2. 玻璃复盖的保温效果良好，它对植物越冬造成了有利的农业气象条件。

从表28看，玻璃內的最高温度比玻璃外南面高 4.3°C ，在北面的高 6.5°C ，玻璃內的最低温度比玻璃外南面高 2.3°C ，比北面高 3.3°C ，日較差玻璃內比玻璃外南面大 2.0°C 比北面大 3.2°C 。

同时从表28中也可以看出，玻璃內白天 0°C 以上的持續时间比玻璃外南北面的都长。由于白天温度高，持續時間长，利于光合作用的进行，即有利于植物体内营养物質的累积，同时温差比較大，

表 23 玻璃复盖内外各小时的温度(°C)

时 間	位 置 温度 (°C)	玻 璃 外 (南 面)	玻 璃 复 盖 內	玻 璃 外 (北 面)
2:00		-7.6	-6.5	-8.5
4:00		-7.7	-6.7	-8.0
6:00		-10.0	-7.7	-10.5
8:00		-8.0	-7.5	-11.0
10:00		-0.2	4.5	-0.3
12:00		5.5	11.5	3.2
14:00		7.2	11.5	5.0
16:00		7.0	7.5	5.0
18:00		-0.5	-0.5	-2.5
20:00		-6.4	-5.1	-8.0
22:00		-4.5	-4.7	-4.4
24:00		-7.5	-6.4	-8.5
平 均		-2.7	-0.8	-4.0

位 置	極 端 值		
	最 高 值	最 低 值	較 差
玻璃南面外边	7.2	-10.0	17.2
玻 璃 內	11.5	- 7.7	19.2
玻璃北面外边	5.0	-11.0	16.0

注：表28为1959年1月28日观测记录。

晚上温度低,使植物体的呼吸作用减弱,减少了营养物质的消耗,另一方面晚上玻璃内最低温度较玻璃外高,而且低温的持续时间短,也减轻了低温对植物的危害。从以上看来,玻璃复盖是一种比较好的保温措施。

3. 玻璃复盖的保温效果较大,从小麦提早发育明显的表示出来。玻璃复盖内的小麦比外面的小麦返青早 8 天左右,拔节也同样提前了 7—8 天左右。根据拔节后的调查由下表来看,有玻璃复盖的植株较高,分蘖增多,莖稈也较粗。

此外,在有玻璃复盖下的植株,次生根增多,生长点分化提前和

穗子增大等,这都是影响小麦生长发育的良好效果。

(三)各种复盖物的保温效应 越冬期间为了使小麦能良好地越冬,曾进行各种复盖物的保温试验,获得结果如下:

表 29 各种不同复盖土壤温度的比较

六	地下深度 (厘米)	砂 子	生馬粪	馬 粪 加 土	熟馬粪	草木灰	草 帘	葦 帘	未复盖
时	5	-1.4	-1.0	-0.8	-0.7	-1.1	-0.8	-1.1	-2.7
	10	-1.2	-0.7	-0.6	-0.5	-1.4	-0.8	-0.7	-1.4
日 平 均	5	-0.98	-0.73	-0.58	-0.80	-0.83	-0.61	-0.68	-1.32
	10	-0.99	-0.56	-0.53	-0.53	-0.90	-0.64	-0.58	-1.25
各与的 种未較 处复差 理盖	5	+1.3	+1.7	+1.9	+2.0	+1.6	+1.9	+1.6	—
	10	+0.2	+0.7	+0.8	+0.9	0.0	+0.6	+0.7	—

注: 本表为1959年1月28日12次观测平均值。

由表29六时观测的温度较差来看,熟馬粪、馬粪加土和草帘复盖在5厘米深度约可增温 2.0°C ,生馬粪、草帘和草木灰复盖在5厘米深度约可增温 $1.6-1.7^{\circ}\text{C}$,砂子较差,只可使5厘米深度增温 1.3°C 。

上述各种复盖的效果,在越冬后,曾经植物生理方面作干物质重量的测定,获得结果如下:

表 30 各种不同复盖下小麦植株的干物重

处 理	叶 干 重	干黄叶干重	茎 鞘 干 重	地 上 部 干 重
草 帘	3.2949	0.0883	1.6425	5.0257克/50株
馬粪加土	2.5072	0.0970	1.4004	4.0046
熟 馬 粪	2.5330	0.0466	1.0412	3.6208
生 馬 粪	2.3235	0.0366	1.1005	3.4606
葦 帘	2.3476	0.0327	0.8539	3.2342
草 木 灰	2.2818	0.1034	0.8348	3.2200
未 复 盖	2.5131	0.0379	1.0475	3.5985

以气象记录与干物质重量测定对照来看,冬季复盖物的保温

效应用于植株的良好作用，还是一致的。就是以草帘与馬粪加土保温效果为最好，其他处理次之，草木灰保温較差。

(四)各种防霜措施的增温效应 1959年4月16—17日和4月21—22日在小麦丰产田发生了两次霜冻，这两次霜冻根据中央气象预报所的預告都是多年来未有的强烈霜冻。这两次曾进行薰烟、灌水，并作复盖試驗，幸免于霜冻，小麦安全渡过了晚霜的危害。

1. 薰烟的气象效应：当4月16日夜間霜冻发生前，小麦地周围皆燃起了烟堆。表31所列为冬小麦与春小麦地叶面最低温度的比較，前者曾在附近薰烟，后者未薰烟，两相比較，在温度降至最低时，薰烟效果約提高温度 1°C 。

表 31 1959年4月16—17日霜冻发生时小麦叶面的最低温度($^{\circ}\text{C}$)

时 間	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
第7号地	6.5	5.5	3.0	-0.5	-2.6	-3.0	-3.1	-3.1	-3.2	-3.5
春小麦地	—	—	—	—	-2.0	-2.5	-2.9	-3.5	-3.5	-4.0
較 差					-0.6	-0.5	-0.2	+0.4	+0.3	+0.5

2. 灌水的气象效应：4月16日为了預防霜冻，有些地段曾灌水，經与不灌水的比較，灌水的叶面最低温度約高 1°C 。

3. 复盖的气象效应：4月21日夜間曾用油毡作复盖試驗，获得的結果，复盖下的叶面最低温度为 -3.5°C ，未复盖的为 -5.1°C ，相差 1.6°C ，也即是用油毡复盖麦苗可保温 1.6°C 。

五 小麦植株間的光照强度

(一)冬小麦植株間光照强度的比較 植株間光照强度随植株疏密不同，而有很大差异。在同一株丛中的上、中、下三个不同部位的照度也相差悬殊。品种不同，株形和叶片寬窄不同，这样，株間透光程度就不相同。

1. 不同品种株間光照的差异：丰产田的对照地(7号地)栽培冬小麦9个不同品种，根据5月19日抽穗时期测得三次日平均的光

照强度如下:

表 32 冬小麦各品种抽穗时期的株間光照强度的比較(千米燭光)

品 种	6028	早洋	181	183	平原50	分枝麦	134	612	9672
地 面	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
植株 2/3 高度	5.9	3.5	5.9	3.5	5.1	4.3	4.0	3.4	3.9
植 株 頂 部	35.7	34.2	31.8	35.4	30.9	33.9	34.1	34.5	32.0

从表32看,这几个品种在抽穗时期植株三个不同部位的光照强弱是不相同的。很明显的看出,早洋、181和183的根部透光程度是較差的。各种植株2/3高度的透光程度,早洋、183、612約为穗子頂部光照的1/10;分枝麦、134、9672約为穗子頂部光照的1/8;6028、181、平原50約为穗子頂部的1/6。以上所說的比值,只是有这样的趋势,当然这与栽培密度、天气条件以及其他各方面是有关系的。

2. 剪叶和間苗与光照: 間苗和剪叶目的都是調节株間光照的不足。根据观测,在拔节以前間苗的,200万株以上的株間根部的光照强度約为100万株的一半米燭光。小麦拔节以后,根据观测在植株2/3高度处光的强度相差100万株約减弱500—1000米燭光,倒伏的植株根部完全无光。

剪叶是調节光照方式之一,曾在密度最大的播种量600万粒植株間作剪叶与不剪叶的对照观测,获得的结果,剪叶的植株2/3高度处的光照强度約增加4—5倍。

(二)春小麦不同密度株間光照的变化 根据冬小麦的丰产栽培,与春小麦的密度試驗,以及在各地調查的資料来分析,春小麦与冬小麦的生长发育規律,大致是一致的。因此用春小麦来做播种量試驗,对于冬小麦的栽培,还是有参考意义的。

春小麦不同密度試驗采用南大2419品种,播种量自每亩20斤—500斤,深翻1尺5寸,每亩施基肥10万斤。

各不同播种量同在3月24日播种,4月1日已大量出苗,4月

16日已达到分蘖盛期,但是从亩播150斤起分蘖数即随播种量的增大而大形减少。

分蘖以后,根据4月20日上午光照强度的观测,从播种量每亩20—60斤,每增加10斤播种量,株间光照即减弱500米燭光。每亩60—100斤,每增加播种量10斤,株间光照即减弱400—350米燭光;

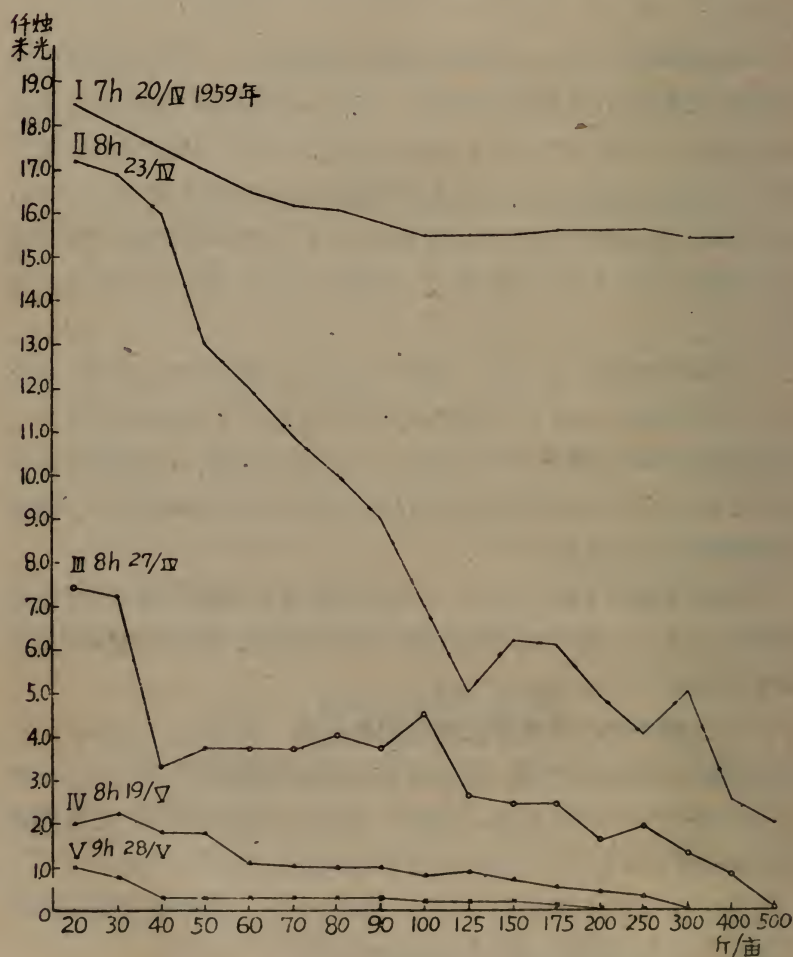


图9 春小麦不同密度植株间光照的变化

每亩播种100—150斤的，株間光照完全相同；亩播175—300斤的，光照稍稍增强完全是相同的；亩播300—500斤的，光照减弱。

三天之后于4月23日再行观测，亩播20—40斤的，光照减弱1200米燭光；亩播40—50斤的，光照减弱3000米燭光；亩播50—100斤的，每增加播种量10斤，光照减弱1000米燭光；亩播100斤以上的，光照的变化总的趋势是渐渐减弱。

过了四天于4月27日又进行了观测，每亩30—40斤播种量的光照减弱3800米燭光，每亩40—90斤播种量的光照大致相同。若与前三天同时間测得的光照强度相比較，从每亩20斤—100斤播种量因植株生长迅速，光照减弱，与四天前记录比較，差异較大。以每亩100—250斤播种量的株間光照与四天前记录比較，差异較小，約为2000—3000米燭光（上午8时观测值）。每亩播种量500斤的植株下部已是完全无光。

从5月5日起密度大的較早拔节，到了5月8日，播种量每亩20斤至100斤的也都达到拔节盛期。根据拔节后5月19日的观测，自40斤至125斤光照差异减小。每亩300斤的植株下部已是无光。

到了抽穗时再行观测，从40斤起，直到90斤的光照完全相同，在光照变化图(图9)上来看，为一直綫形；200斤的，这时植株下部已是阴暗无光。

所以形成上述株間光照强弱的改变，主要是受制于植株生长状况(株高、叶数、叶面积等)的改变。拔节以前，先是播种量大的植株高，植株一經伸高，光照就行减弱，由于光照减弱，植株生长又趋緩慢，这样，株間光照强的，也就是播种量較少的植株这时生长高度比較高，由于光照与株高相互影响的結果，在拔节以后，播种量小的，植株高度反高于播种量大的，一直到抽穗以后，每亩40斤播种量的植株最高。

綜观不同密度光照变化曲綫图(图9)，很明显的表現出，先是光照影响了植株生长发育的变化，繼而植株状况又影响了透光的强弱，到了抽穗时候，以光照的强度来看，从40斤直到90斤株間光

照强度完全相同，故40斤播种量为一轉折点。根据产量、穗数和小穗来看，也是以40斤播种量为較好。由各方面的分析，得出初步結論：

就本院春小麦密度試驗，在深翻一尺五寸，亩施基肥10万斤，以及在北京1959年的气候条件下，小麦密植，在北京以每亩40斤播种量为上限。如播种量超过40斤，产量并不增高，加大播种量即不免有些浪費。如播种量在40斤以下，对于光照似又未能充分利用。但是为了避免发生倒伏，播种量还是宜于少于40斤。上述仅是一年的試驗，尙待繼續进行試驗和分析。

六 小 結

綜觀上述，光照、水分和温度是构成小麦产量外界环境条件的綜合因子中的主要因子，这些因子是相互发生影响，对于小麦的生长和发育是具有同等的重要性。

小麦丰产栽培的深翻土地、大量施肥和高度密植以及其他农业技术措施，是可以改变植株間的小气候。而只是在小麦拔节以前的幼苗时期，由于小气候条件不同而各发育期的出現，有早迟的不同。但到了小麦生育后期，小麦的成熟期，并不因为深翻、多肥、密植有多大差异，而有早迟的不同，几乎是同时成熟，相差也不过一、二天。也就是在小麦抽穗以前时期，植株的生长发育，虽然是受小气候的影响，但在生育后期，成熟期的早晚却又是受大气候温度条件的支配。簡單的說，丰产田的小麦与一般大田栽培的小麦其全部生长日数，大致长短是相同的。

根据丰产田的試驗，一般丰产田在小麦生长期間的土壤含水量，上限不宜超过24%，下限不宜低于14%，比較适宜的土壤含水量为16—21%。

根据春小麦不同密度試驗，初步获得結果，无论从光照条件、穗数、小穗数以及产量來說，都以每亩40斤播种量为佳。以北京气象条件來說，我們初步認為每亩40斤播种量为合理密植的上限。适

宜的播种量当視各年气象条件而有所不同，不过似以低于40斤为宜。此仅系一年的試驗，尙待进一步研究。

冬小麦密植的农业气象条件

中国农业科学院农业气象研究室

自农业生产大跃进以来，在农业“八字宪法”中以密植为中心的推动下；随着农业栽培技术措施（水、肥、土、种等）水平提高的同时，各地冬小麦的密植程度也相应的得到提高，并已取得显著增产效果，尽管极个别地区或地块因播种密度过大而引起减产，作用并不很大，群众一致認為合理密植是农业增产技术措施中最重要的一环之一。

所謂“合理密植”應該是在适宜播种密度下，控制在单位面积上具有最大限度数量的植株，每株都有足够供生长发育所需要的营养面积，达到充分利用自然一切有利因素（如光能、水分和养料等），通过合理安排植株个体与群体間的关系，在健壮单株的基础上，增加植株数量，保証在相等面积上获得尽可能多的最大穗数和饱满的子粒数，在此前提下实现高额丰产。因而，密植的限度是有一定范围的，在該范围内增产的潜力和意义是巨大的，但可以肯定地说絕不是愈密愈好，无数密植的成功經驗已可靠地証实了这一論点。

在目前的农业栽培技术条件下，冬小麦究竟應該掌握什么样的播种密度（包括播种方式在內）和控制多大范围的有效穗数才算适宜呢？这是农业生产上存在的問題，也是迫切需要解决的問題之一。近来各有关方面已有专文論及，并已初步确定了这个范围，但是由于各地区气候条件的不同，农业栽培技术措施的差异、品种的特性等在各个具体条件下必須分別掌握，事实上，适宜的播种密度和有效穗数的控制范围也不可能硬性規定，因为在自然条件下一

切因素是相互依賴和相互約制的，某一因素改变后，其他諸因素亦将随着改变。所以，在确定适宜的播种密度和有效穗数的控制范围时，必須与其他条件联系起来考虑，否則，即使是作出适宜的播种密度和控制有效穗数的范围也是不现实的。这里所要談的主要是从农业气象条件的角度，并着重就农田小气候效应方面进行闡述，作为充分利用自然一切有利因素达到确定最大可能密植范围的参考。

一 冬小麦不同播种密度下农田小气候的特点

农田小气候的变化除受天气条件的影响外，还决定于农业栽培技术措施和植株的生长发育状况，如果在同样的天气条件和农业栽培技术条件下，則直接依賴于单位面积上綠色物質的重量，叶面的密集程度、蒸騰系数等，也就是說，依賴于植株复盖层下太阳直接輻射的透入，乱流交换，植株蒸騰的热量消耗而异。冬小麦在不同密植程度下，由于单位面积上植株的数量不同，构成不同的密集程度，引起不同的农田小气候条件，而这种条件将直接作用着植株个体和群体的生长发育状况，故随密度不同所产生的农田小气候条件与植株生长发育的好坏是息息相关的。

冬小麦在不同播种密度条件下农田小气候的变化，按我們实际观测的結果，当植株在幼苗期間，由于植株矮小，所形成的小气候条件差异也較小，随植株的增长这种差别即逐漸增大。根据孕穗期在不同播种密度中所进行的观测，不論在光照强度、空气温度与湿度或土壤温度与湿度上都是有很大差异的。如在光照强度上(表1)因播种密度不同，植株复盖下层(10厘米高度上)所承受光照强度的变化是：当播种密度愈大，相当于自然光照强度的百分数愈低，其变化的范围，每亩播种密度在20斤以下的光照强度最强，20—40斤的次之，40—80斤的又次之，80斤以上的光照强度显著减弱，150斤以上的几乎全部接近于郁閉状态。这种变化在白天随時間不同因太阳高度角的差异，以清晨和傍晚的光照强度較弱，中午前后較

强,相互间的差异亦以前者较小,后者较大。

表1 冬小麦孕穗期间不同播种密度中复盖层下
相当自然光照强度的百分数

总 分 时 间 (小时)	播种密度 斤/亩	6	10	20	40	60	80	100	150	200	250
	穗数		54.3	76.7	107.8	128.6	145.0	140.0	143.0	203.4	247.2
7		3.0	2.3	1.9	1.6	1.3	1.0	1.1	0.7	0.4	0.3
9		5.4	5.2	3.7	2.5	2.0	1.8	1.4	1.1	1.0	0.8
11		4.0	3.6	2.7	1.5	1.0	0.9	0.8		0.5	0.3
13		6.0	5.8	4.3		3.6		2.4		0.5	0.3
15		3.8	3.8		3.2	2.6	2.3	1.8	1.5	1.2	1.0
17		2.7	2.7	2.3	2.1	1.9	1.7	1.2	1.2	0.5	0.3
平均		4.2	3.9	3.0	3.2	2.1	1.5	1.5	1.1	0.7	0.5

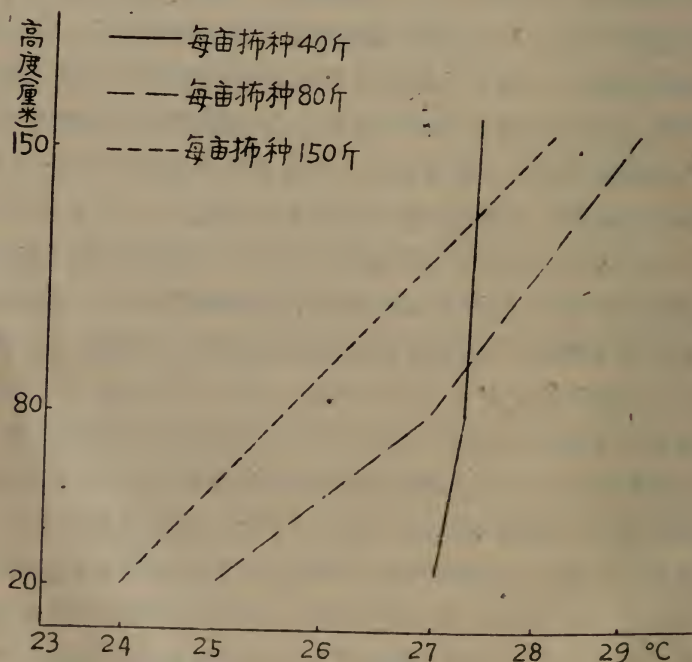


图1 冬小麦不同播种密度中13时(晴天)空气温度垂直梯度的变化

在不同播种密度中空气温度与湿度的变化, 分别如图 1 与图 2, 可以看出, 在气温方面, 每亩播种密度 40 斤的垂直梯度变化很小, 接近于直线状态, 80 斤和 150 斤的垂直梯度变化较大, 在同一高度上校差最大的是植株复盖下层 20 厘米高度上, 每亩播种密度 40 斤的高于 80 斤的 2°C , 高于 150 斤的 3°C , 这种差异随高度增加而逐渐减小。在植株活动面(80 厘米高度)上 40 斤和 80 斤的比较接近, 150 斤的较低, 在植株顶部 150 厘米高度则相反, 80 斤的最高, 150 斤次之, 40 斤较低。在空气湿度的变化上同样以植株复盖下层差异较大, 每亩播种密度 40 斤和 80 斤的较低, 150 斤的表现最高将大于前者 14%, 后者 11% 左右, 随高度增加而差异减小, 至 150 厘米高度完全趋于一致。

在不同播种密度中土壤温度的变化方面(表 2)亦同样具有上

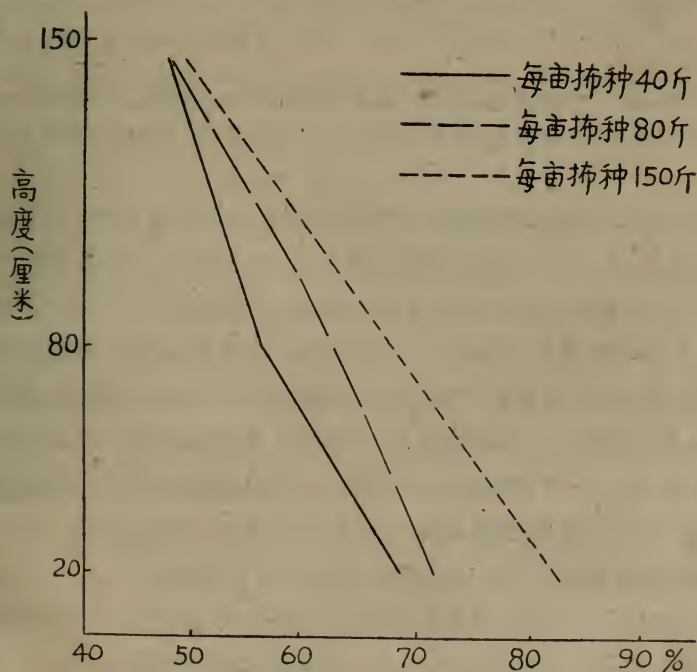


图 2 冬小麦孕穗期不同播种密度中 13 时空气湿度垂直梯度的变化(%)

述特征,即播种密度愈大,土壤温度愈低,在不同深度比較,以5厘米深度的变化比較明显。

表2 冬小麦孕穗期不同播种密度中13时土壤温度的变化(°C)

播种密度	5厘米	10厘米
40斤/亩	17.2	15.0
80斤/亩	15.4	13.9
150斤/亩	15.0	14.0
250斤/亩	14.6	13.6

在不同播种密度中,土壤水分的变化上根据测定結果(表3),該期間以每亩播种密度30斤的較大,随播种密度增大到60斤时土

表3 冬小麦拔节期不同播种密度中土壤水分的变化 单位:毫米

播种密度 (斤/亩)	40	60	80	100	140	160	180	200
深度(厘米)								
0—50	103.0	79.2	83.2	88.5	94.4	100.2	85.9	82.5
平均干土水份	14.8	12.0	12.5	13.4	15.0	15.2	13.8	12.5

壤水分的貯存量驟然銳減,并較前者相差約20毫米之多,在此播种密度以上,土壤水分的貯存量有逐漸增多的趨勢,超过160斤以上則相反,土壤水分的貯存量又漸次減低。分析原因,这可能不仅是决定于不同密度中的农田小气候条件,而且也决定于植株蒸騰与科間蒸发。按已有的研究結果証实,播种密度大,耗水量多,播种密度小,耗水量少。但是耗水量的变化并不是随播种密度成倍或加番的增加,这是一个比較复杂的問題,今后应繼續研究。根据我們过去(1953年)在不同密植条件下所进行土壤水分測定結果,在一定范围内随播种密度增大,土壤水分亦有增多的趋向。

至于在此以后各发育期农田小气候的变化情况,根据观测結果,其变化趋势与前期大致类似,仅后期因播种密度过大的(80斤以上)先后发生倒伏,随后(灌浆期)播种密度在40斤以上也发生倒

伏,对在自然状况下正常生长植株下的农田小气候条件遭到破坏,其变化也不很规律,这里将不一一列举。不过根据上述情况我们可以很明显的看出在不同播种密度下农田小气候变化的特点和一般规律性,而这种特点和规律性正是植株所处的居住环境条件,所以它将密切地关系着植株的生长发育状况。

二 冬小麦不同播种密度下植株的生长发育状况

(一)不同播种密度下各发育时期植株的生长状况 根据各发育时期在不同播种密度中对植株生长状况进行调查的结果(表4),在植株生长高度上,越冬前随播种密度增大而增高。返青后每亩播种密度在100斤以下的同样具有上述特征,唯大于100斤以上的植株高度减低。抽穗期后植株高度的变化与苗期相反,播种密度愈小,植株生长高度愈高,随播种密度增大,高度减低,其差值最大的后者为前者三分之一左右。

在单株分蘖数上与植株高度具有同样的趋势,随播种密度增大,单株分蘖数减少。这样变化的规律和范围在不同发育时期的表现是不同的:越冬前每亩播种密度大于100斤的未有出现分蘖,大于60斤的不足1个分蘖,在此限度以下的分蘖数较多,平均约2个左右。返青后各播种密度中单株分蘖数均有增多,但是,每亩播种密度在40斤以上的仍旧较小,拔节期单株分蘖数普遍达到最高时期,其变化的范围是:每亩播种密度20—40斤的在3个以上,40—80斤的不足2个,100斤以上的约1个左右。孕穗期单株分蘖数有减少现象,每亩播种密度在60斤以上的减低程度比较显著,100斤以上的单株分蘖数大部无效。

在永久根数上,无例外的随播种密度增加而逐渐削弱,越冬前每亩播种密度在80斤以上的未有出现永久根。返青后各播种密度均有增多,至孕穗期各播种密度的变化情况,播种密度在40斤以下的8个以上,40—80斤的5个以上,80—150斤的在5个以下,150斤以上的仅3个左右。

在莖粗上同样地随每亩播种密度的增大而逐渐减细，其变动情况与永久根类似。

在单位面积的总分蘖数上，在拔节期前(包括返青)随播种密度的增加而增多，至拔节期总分蘖数已有减少，其变化不很规律，截至蜡熟期，每亩播种密度自20斤至100斤的总的有效穗数在35—40万穗之间，其次根据在另一地区的调查结果，每亩播种密度20斤

表4 冬小麦不同播种密度下各发育期植株的生长状况①

調查項目	調查日期 (日/月)	发 育 时 期	播 种 密 度 (斤/亩)							
			20	40	60	80	100	150	200	250
株高 (厘米)	29/12	越冬前	11.1	11.2	11.6	11.6	12.0	12.4	13.8	13.8
	7/3	返青后	17.4	15.8	17.0	17.2	22.3	20.9	18.8	17.5
	24/3	拔节期	45.0	43.4	44.7	44.4	44.5	39.2	36.4	35.7
	15/25	抽穗后	120.4	115.5	113.2	108.4	107.3	108.9	88.3	85.5
分蘖 (个数)	29/12	越冬前	2.2	1.7	0.8	0.8	0.6	0	0	0
	7/3	返青后	4.1	2.8	1.8	2.0	0.7	0.6	0.2	0
	24/3	拔节期	3.2	3.3	1.9	1.8		1.2	1.1	1.0
	10/4	孕穗期	3.5	2.5	2.5	1.3	1.2	0.5	0	0
永久根 (个数)	29/12	越冬前	1.1	1.5	0.9	0.8	0	0	0	0
	7/3	返青后	4.4	3.0	2.7	2.8	2.1	1.9	2.2	1.7
	24/3	拔节期	7.7	7.9	3.7	3.9	4.0	2.3	2.9	1.9
	10/4	孕穗期	9.4	8.6	5.7	6.1	4.3	4.2	3.3	2.8
茎粗 (厘米)	29/12	越冬前	0.42	0.37	0.26	0.28	0.25	0.21	0.20	0.20
	24/3	拔节期	0.35	0.34	0.39	0.34	0.27	0.24	0.26	0.20
	10/4	孕穗期	0.37	0.36	0.28	0.31	0.25	0.25	0.23	0.19
	9/5	开花期	0.34	0.34	0.28	0.26	0.25	0.25	0.21	0.18
总 分 蘖 数	7/3	返青后	103.2	129.6	181.8	250.8	265.2	232.2	336.6	369.0
	24/3	拔节期	79.7	109.5	134.8	134.7	163.6	150.6	228.7	304.7
	10/4	孕穗期	59.8	86.2	124.3		122.1	98.9	208.4	247.2
	1/6	蜡熟期②	38.7	36.6	39.8	36.7	35.5		48.2	67.2

① 表内资料为本院住河南偃师农村基点综合调查结果。

② 该资料可能取样调查有误差。

約42.7万穗,40斤的为60万穗,60斤的58.4万穗,而80斤和100斤的为50万穗左右。按在河南孟县与北京地区所进行的調查,大致与后者相符合,这里再一次証明播种密度过大对植株的生长发育是不利的。

表5 冬小麦孕穗期間不同播种密度下植株生理的变化

調 查 項 目 播 種 密 度 (斤/亩)	第一節間			第二節間			地上部	地上部	叶片呼吸强度 (CO ₂ 1毫克/ 100克/ 小时)
	稈壁厚 (毫米)	厚壁細胞 層数	維管 束数	稈壁厚 (毫米)	厚壁細胞 層数	維管 束数	鮮重 (克)	干重 (克)	
10	0.7166	6.4	34.3	0.6206	5.8	32.8	360.00	535.7	146.4
20	0.7122	6.4	34.0	0.5979	6.0	35.4	255.10	402.7	161.4
40	0.5716	5.4	31.4	0.4737	5.0	31.0	233.11	338.8	174.0
60	0.3823	5.2	26.2	0.3185	5.0	27.2	110.05	188.9	180.0
80	0.4472	5.0	26.8	0.3653	4.6	27.2	99.20	159.7	200.0
100	0.4984	5.6	27.0	0.4146	3.6	27.2	65.38	111.7	259.4
150	0.3519	4.6	26.0	0.2844	3.6	26.2	52.18	85.5	280.0
200	0.3466	3.6	22.6	0.2907	3.0	22.0	38.67	65.8	331.8
250	0.2823	3.4	18.6	0.3105	2.8	17.8	35.65	59.0	326.4

(二)不同播种密度下个别发育时期植株的生理变化情况 根据孕穗期在不同播种密度下进行室内测定的結果(表5),在植株复盖层下莖基部第一、第二节間的細胞組織結構上,不論稈壁厚度、厚壁細胞层数或維管束数均有随播种密度增大而逐漸减小的趋势,其变动的范围,每亩播种密度在20斤以下普遍較高,20—40斤的次之,40—100斤的又次之,100斤以上的显著减低,在地上部的鮮重与干重上,亦具有上述規律,即随每亩播种密度增大而减小,并且差异十分显著,其变动的情况:播种密度在40斤以下的变化比較緩慢,超过40斤到60斤的将近成倍减少,播种密度60斤只相当于20斤的二分之一,150斤的只相当于20斤的五分之一,在叶片呼吸作用强度上同样地可以看出随播种密度增加而增大的情况,这也說明播种密度过大后单位面积上的植株过于密集,在生理上将起一系列变化,无疑地,呼吸作用强度增大对植株营养物質的积累是不利的。

(三)不同播种密度下的产量比較 按收获后室内調查与考种的結果(表 6), 当每亩播种密度增加到40斤以上的, 不論穗长、結

表 6 冬小麦不同播种密度的产量比較

播种密度 (斤/亩) 調查項目	20	40	60	80	100	150	200	250
穗长(厘米)	8.6	7.6	7.0	7.1				
結实小穗数(个)	13.4	13.6	13.7	10.5	11.3	10.8	8.9	
不孕穗数(个)	3.5	3.8	3.4	4.9	4.3	4.5		
每穗粒数	22.4	24.6	23.9	17.6	17.9	19.9	11.1	
亩产(斤)	772	835		731	627	612	513	532

实小穗数和每穗粒数都显著减低, 不孕小穗数增多; 每亩播种密度达80斤以上的, 这种变化的情况更加恶化。在单位面积产量上以每亩播种密度40斤的最高, 20斤的較低, 80斤以上的逐渐减低, 因此, 不难看出适宜的播种范围20—40斤之間, 但是, 必須說明的是, 这只是試驗的結果, 尚不能完全代表大田生产的所有情况。不过根据在河南偃师、孟县与北京地区所进行大面积丰产田的調查資料看来, 基本上还是相符合的, 所不同的只是在絕對数值上有一定差异。

三 对于冬小麦适宜播种密度的看法

通过上述不完整的資料分析, 凡播种密度过大的当植株生长到一定程度时(拔节期前后)即形成强烈的复盖作用, 在农田小气候变化上, 植株間的光照强度减弱, 温度减低, 湿度增大, 从而影响到植株的生长发育状况, 根系发育数量减少, 分蘖减低, 莖基部叶片黃化, 在植株生理上呼吸作用增大, 光合作用减弱, 莖稈厚壁細胞厚度、层数和維管束等都相应减少, 整个植株表現纖細軟弱, 产量較低。相反的, 播种較少的, 植株間的光照强度增强, 温度較高, 湿度較小, 植株的生长状况均較良好, 因此, 播种密度过大是不适宜的。

从农业生产实际出发，为了获得高额丰产，播种密度过大固不适宜，过小则农田小气候条件虽有利于植株的正常生长发育，但单位面积上的株数有限，不能达到高产的目的。所以，按农业生产的要求在充分利用自然一切有利因素，应尽可能实现最大限度的播种密度和控制足够的有效茎数，从表面看来，似乎有矛盾，实际上是统一的，我们所进行研究的正是在寻求最大限度的密植可能性，而这种极限也就是保证获得高额丰产的上限。

在目前农业生产继续跃进的形势下，农业栽培技术条件将不断提高，密植程度增大的潜力是存在的。根据已有资料证实，过高的增大播种密度，早期在农田小气候条件的作用下，植株个体的生长发育即受到很大抑制，后期整个植株生长不正常，不能达到健秆壮株的要求，甚至发生倒伏。就小麦的生物学特性讲，小麦是具有分蘖特性，适当的增加单株分蘖数是必要的，当分蘖数增多后，次生根也相应增加，吸收土壤中营养物质范围扩大，同时地上部叶面积加大，光合作用效率提高，制造食物的来源增多，分蘖与主茎在生理上将互相调剂营养的影响，有助于形成健壮的植株。故密植应在适当的播种密度下，以主穗为主，依靠一定数量的分蘖是比较恰当的，但这并不意味着一定要增加到较大的播种密度，而是具有在该密度下争取达到最大数量的有效茎数，并能充分利用空间和太阳能而实现高额丰收。

在植株密度数量增大的情况下，各种农业栽培技术措施，必须与此相适应，其中特别是水、肥条件为最重要，若干地区往往因灌溉时期与肥料比例配合数量的不适当，造成植株发生徒长现象，并易于引起植株倒伏或加重了倒伏的严重程度，这对于增加播种密度使植株生长发育良好是有一定程度影响的。许多事实证明，在同样的播种密度下有的发生倒伏，而另一种情况甚至播种密度更大，单位面积上的茎数更多也不发生倒伏，因而，冬小麦合理密植同农业栽培技术条件是不可分割的，只有当其他各种条件都有利于增大密植程度后的植株正常生育时，这时所能保持的密度方可收到

最大的效果。

此外，密植的程度与区域性农业气候条件是紧密联系的，我国南部地区冬、春季气温较高，湿度较大，土壤水分较多，幼苗生长发育时期较长，有效分蘖能力较强，而北部地区则相应地气温较低，湿度较小，土壤水分较少，幼苗生长时期较短，有效分蘖能力较弱，因之，在考虑适宜播种密度时，由南向北可逐渐适当增大。其次，在同一地区地势高低，地形与土质的差异，播种时期的早晚等也应考虑在内，高寒地区播种密度应适当增大，平原地区应适当减小，晚播时增大，早播时减小。

在播种方式上，根据我們进行农田小气候比较观测的结果，以撒播的植株间郁闭程度最大，光照强度、空气温度与湿度的变化一般都不及窄行条播式或交叉播种的良好，而在植株生长状况上也同样不及其他播种方式正常，更重要的是撒播在田间管理上还存在一定困难，尤以在大面积应用时困难将会更多。因此，撒播未有多大发展前途，为今后即将全面实行机械化作业考虑，以广泛推行窄行条播较好。

四 小 結

綜合上述冬小麦不同播种密度中农田小气候的特点与植株生长发育状况，以及我們在实际工作中的体会等，初步認為：

(一)在农田小气候上播种密度愈大，植株间(复盖下层)的光照强度愈弱，温度低，湿度大，不利于植株正常生长。如果密度过小的話，在农田气候条件上固然有利，但不能达到充分利用自然一切有利因素。从农业生产目的出发，在农田小气候上每亩播种密度的范围約在20—40斤左右。

(二)由于各地区农业气候条件的不同，栽培技术水平的差异和品种特性等，应分別掌握具体情况，对分蘖力中等品种与一般农业栽培技术条件，处在南方冬小麦区的气候条件下每亩播种密度可在20—30斤之間，北方冬小麦区可在30—40斤之間，如果在同一

气候区域内，高寒地区每亩播种密度可适当增多；平原地区可适当减小。

(三)在播种方式上以窄行条播的农田小气候条件较好，交叉播种次之，撒播表现较差；为今后发展前途考虑，推行窄行条播是比较适宜的。

(四)在大田栽培下每亩控制有效茎数的范围一般应该是愈多愈好，实际上，过多有效茎数的获得在栽培管理上特别是在防止植株后期倒伏上是比较困难的，控制每亩在50万有效茎数，还是比较容易的，在此限以上，必须作到更细致的栽培管理，可在高额丰产田进行试验研究。

666粉剂防治小麦地下害虫的結果和存在問題

中国科学院生物学部小麦丰产試驗研究小組

在1958年农业大跃进中,各地在冬小麦播种之前,普遍深翻土地,增施底肥,并且較往年更为广泛地防治了地下害虫。为了鑒定防治地下害虫的效果和了解深翻、施肥对于地下害虫的影响,我們曾先后在北京郊区作了調查。在調查时对所調查地块的深翻、施肥、治虫等措施反复訪問和了解,以求获得准确資料。現將調查所得的初步結果整理出来,以供参考。

一 北京郊区地下害虫种类調查

我們在北京郊区55块地調查結果: 地下害虫种类已經鑒定学名的有16种,分屬於3目5科,因采集来的标本大都是幼虫期,在鑒定上有一定的困难,尚有象鼻虫和蛴螬等4种未能鑒定。

1 直翅目

螻蛄科:

1. 大螻蛄(华北螻蛄) *Gryllotalpa unispina* Saussure
2. 螻蛄(非洲螻蛄) *G. africana* Palisot de Beauvois

2 鞘翅目

叩头虫科:

3. 沟叩头虫 *Pleonomus canaliculatus* Faldermann
4. 細胸叩头虫 *Agriotes fusicollis* Miwa
5. 褐紋叩头虫 *Melanotus caudex* Lewis

拟步行虫科:

6. 沙潜 *Opatrum subaratum* Faldermann

金龟子科:

7. 朝鮮黑金龟子 *Holotrichia diomphalia* Bates
8. 黑金龟子 *H. sp.*
9. 棕金龟子 *H. sauteri* Moser
10. 銅綠金龟子 *Anomala corpulenta* Motschulsky
11. 黃褐金龟子 *A. axoleta* Faldermann
12. 姬金龟子 *A. octiescostata* Burmeister
13. 馬鈴薯金龟子 *Amphimallon solstitialis* (Linné)
14. 闊胸金龟子 *Pentodon patruelis* Frivaldsky
15. 茶色金龟子 *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse

3 双翅目

虻科:

16. 灰虻 *Tabanus griseus* Kröber

以上各种群的数量比較: 大虻与虻都有相当数量; 金針虫类以沟金針虫占优势, 細胸金針虫及褐紋金針虫为数則較少; 金龟子以黃褐金龟子、銅綠金龟子、朝鮮黑金龟子数量最多, 其他各种金龟子都較少(表6)。

二 防治地下害虫的一般情况

在1958年小麦越冬前和1959年春返青后及收割后, 先后共調查小麦地75块, 其中防治害虫的有48块, 未进行防治的有27块(表1)。昌平区黃土南店, 周口店区坨头、大馬村等, 大部分麦地都施药防治; 大馬村共有小麦約700多亩, 用去666粉(規格为0.5%, 1% 粉剂及20%可湿剂)7,000余斤, 平均每亩达10斤。

666粉剂处理土壤、毒谷及拌种各种防治方法均有采用, 以666处理土壤与毒谷为最多, 二、三种方法并用者亦有(表1)。

666土壤处理的药剂用量一般都很高, 以每亩8—10斤为多, 个别的高达百斤以上(表2)。采用的666規格繁多, 以粗制0.5%及1% 666粉剂为普遍, 其次是6% 666粉剂, 精制20% 666粉剂較

表 1 地下害虫防治情况調查表

調查总塊数			未防治塊数			防 治 塊 数							
試驗田和	一般田	合 計	試驗田	一般田	合 計	666处理土壤和666毒谷及666拌种	666处理土壤及666毒谷	666处理土壤	666毒谷	666拌种	信石毒谷	白砒毒谷	合 計
46	29	75	10	17	27	2	8	14	12	1	8	3	48

表 2 666土壤处理藥剂用量及規格調查表

規 格	20% 666 粉剂	20% 666 可湿 剂	6%666 粉 剂		6 % 666 可湿 剂	1 % 666 粉 剂							0.5%666粉剂		
	2	一	15	10	3	200	100	80	40	10	3	1.5	40	5	-2
用 量 (斤/亩)	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	4	3	1
地 塊 数															

少；6%及20% 666可湿剂亦有少数采用(表2)。土壤处理施药方法，一般是先将药粉喷撒在地面，立即犁耙，药剂均匀地分布于土中，再行播种。这种施药方法对作物没有发生毒害作用。不过我们看到少数是以施种肥的方式施药，由于药剂过分集中在种子下，当种子萌发后发生毒害作用，产生“鸡爪”根现象。此外，尚有个别的在播种后将药撒于地表，这样经日晒雨淋，药效极易损失，不能发挥应有效力。

三 防治地下害虫的效果

在春季地下害虫为害时期我们检查了保苗效果。14块地定期调查的结果说明了防治地下害虫有良好效果；从3月22日及4月13日至4月22日，每次每块地以对角线方法取样10平方尺，在270平方尺的面积内，经666处理土壤及毒谷防治的试验田和丰产田中没有被害植株，而未防治的一般小麦田同样面积内有62株被害。历年曾因虫害保不住苗的坨头和大馬村，1959年第一次保住全苗。大馬村农民笑逐颜开地说：“以往年年保不住苗，今年没受到一点为害，多亏去年用了药”。

麦收后又检查了土壤内虫群密度，鉴定杀虫效果。调查方法

是：自6月15—25日間調查，每块地內以对角綫方法随机取样5点，每点面积为1平方米，在0—40厘米深度土层內检查虫群数量（有7块地深挖1米）。調查結果証明：除土灰虻垂直分布較深，在60厘米处有相当数量外，其他各种地下害虫，絕大部分都集居于0—20厘米深度，尤以0—10米深处最多（表3）。

表3 地下害虫垂直分布（1平方米虫数）

深度 (厘米)	金針虫		螻 蛄		蝼蛄①		沙 潜		土灰虻		象甲幼虫		注
	虫数	占%	虫数	占%	虫数	占%	虫数	占%	虫数	占%	虫数	占%	
0—20	255	93.8	66	88	310	81	63	98.2	22	84.5	41	76	43块地积累数
21—40	15	6.2	9	12	77	19	1	1.8	3	11.5	13	24	43块地积累数
41—60	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4.0	0	0	4块地积累数
61—80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4块地积累数
81—100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4块地积累数

55块不同处理麦田調查結果，初步发现了下面一些事实（表4）。

（一）666处理土壤对地下害虫（尤其对金針虫、蝼蛄）的防治效果都很好；但在表4中可以看出：螻蛄在經666处理后的3块地中仍有相当数量，可能是由于螻蛄迁移能力比其他地下害虫强，由他处迁来后，当时（6月間）666在土壤中的残效不强，其触杀效力不足以使螻蛄死亡。

（二）应用信谷、砒谷防治地下害虫（尤其对蝼蛄、金針虫），其效果不及666好。

（三）666拌种对金針虫的作用显著，对蝼蛄和螻蛄的作用則不显著。

（四）666毒谷对螻蛄的防治效果特別优越。当我们小麦丰产試驗地撒施毒谷后，螻蛄尸体遍地皆有，在相当长时期內甚至达到絕迹的地步。此种情况在其他地区很为普遍。

① 蝼蛄包括一部分蛹及成虫。

表 4 不同藥剂防治地下害虫的效果

藥剂种类及用量 (斤/亩)	金針虫	螻蛄	蛴螬	沙潛	土灰虻	象甲 幼虫	注
20% 666 粉 2 斤 666 毒谷 3 斤	0	0	0	0	0	0	中国科学院試驗田 4 塊
1% 666 粉 80— 100 斤	0	0	0	0	0	0	周口店大馬村試驗田 及一般田 2 塊
0.5% 666 40 斤 666 毒谷 5 斤	0.33	0.5	0	0	0	0	周口店房山干部試驗 田 8 塊
6% 可湿剂 666 2 斤	0	1.0	1.0	0	1.0	0	海甸东升人民公社生 产队試驗田 1 塊
666 ①	0.5	2.5	0	0	0	0	周口店夏村試驗田 2 塊
未 处 理	1.96	0.52	5.8	1.0	0.66	0.68	海甸、周口店区等 25 塊地平均
666 粉	0.5	2.5	0	0	0	0	周口店区夏村試驗田 2 塊
信石拌玉米熟谷 等 1 斤	0.29	0.43	20.2	0	0	3.6	同上村，試驗田与一 般田 7 塊
未 处 理	3.5	0.5	25.5	0	0	5.5	同上村，一般田 2 塊
0.5% 666 拌种 (千分之五)	0	22 ②	5	4	0	1	周口店区二站村一般 地 1 塊
未 处 理	2	24 ②	4	1	1	1	同上村一般地 1 塊

注：①样本单位：5 平方米，深度 0—40 厘米（下表同）；②金針虫多为沟金針虫（下表同）；③ 1959 年 6 月 15—25 日調查（下表同）；④沙潛即伪步行虫幼虫（下表同）。

（五）此外，我們发现在低洼潮湿的地下害虫严重发生地带，害虫种群密度特大，虽經防治仍有相当数量。坨头村一块地虽用 0.5% 666 粉每亩 5 斤处理土壤，5 平方米內仍有金針虫 32 条（大部为沟金針虫），蛴螬 13 条（大部为銅綠金龟甲幼虫）。西苑一亩园一块地，虽用 666 毒谷（每亩 3 斤）防治，仍有金針虫（全部是沟金針虫）47 条、蛴螬 3 条。

上述的初步調查，与文献記載和近年来各地使用經驗相对照大体是一致的。

以不同藥剂处理方法防治不同的害虫种类，其防治效果亦有

① 666 处理土壤的藥剂用量未能了解。

② 螻蛄絕大多数为幼齡若虫。

差异。故必須掌握当地害虫种类，依不同的对象，使用适当的方法。以金针虫发生为主的地带，应用 666 拌种防治，經濟易行；以蝼蛄为主或兼有蛴螬发生地带，应用 666 毒谷防治（在谷料缺乏时可以豆渣、玉米渣、甘薯絲、餅肥代替），經濟有效，易于推行；金针虫和蛴螬皆严重发生地带，應該采用 666 土壤处理的方法。在我国目前經濟条件下，666 土壤处理的方法，由于費用較高，普遍地推广受到一定限制；但它能兼治多种地下害虫及某发育期必須在土中生活的其他害虫（如小麦吸浆虫），不仅保苗效果显著，而杀虫效力亦强，能較彻底的消灭害虫，葯剂在土壤內的效力持續時間較长，所以在有条件地区和虫害发生严重地区可以推广。

我們在西苑及坨头村发现，用 666 毒谷或 666 土壤处理后，群众反映被害率是比較往年降低了，但挖土检查，发现金针虫、蛴螬虫口密度还很大，这与文献記載有相似之处。

在“666 种子处理防治金针虫研究”一文中，几种葯剂种子处理对于金针虫的防治效果一表中說明了，麦苗被害率降低大多为 60—90% 之間，但金针虫絕大部分是中毒后麻痹，死亡者却占极少数。在“666 土壤处理防治地下害虫研究”一文中，列举了 666 粉剂土壤处理对沟金针虫及朝鮮黑金龟甲幼虫的室內效果測定：亩施 0.5% 666 粉剂 5 斤（每亩有效成分含量 0.0249 斤）玉米苗被害率分別降低 78.8, 63.6, 21.4%，蛴螬死亡率分別是 87.2, 50, 18%；亩施 0.5% 666 粉剂 4—8 斤（每亩有效成分用量 0.02—0.04 斤），金针虫 100% 中毒麻痹而无一死亡。从上述資料可知，杀虫效果不是随着保苗效果提高而成正比例地增加的，二者有相当的距離，显然杀虫效果不比保苗效果来得那样容易。近年来各地防治地下害虫研究中，系多采用禾苗被害率降低程度表示防治地下害虫效果；以害虫死亡百分率和虫口降低百分率来鑒定防治效果的資料显得不够充分。因此我們認為防治地下害虫研究工作中，杀虫效果及其持續期限应作为防治效果的重要指标。我們提出这个問題的出发点在于：目前各种防治地下害虫的方法，其杀虫效果的資料

不够充分,因而在防治工作中产生了种种疑难问题,例如經一年来用拌种、毒谷、土壤处理防治后,其持久效力如何?虫群密度降低程度如何?是否需要連年防治?葯剂处理土壤采用低用量成本费用虽低,但能消灭多少害虫?是否要連年防治?采用較高用量費用虽高但能較彻底地消灭害虫,一年防治多年全苗,二者相比那个合算?

一种优良的地下害虫杀虫剂及施用方法,不仅表现在保苗效果上,使被害率降低(标志着当年效益),而且还应当表现在杀虫效果上,能彻底消灭害虫(标志着长远效益)。因为虫口降低到一定限度下,才可收到一年防治多年全苗的效果,免于連年防治,以便逐步把防治地下害虫工作推向重点肃清的阶段。

四 不同土壤种类及地势与地下害虫的关系

55块麦田調查結果,初步可以看出:

(一)夏村沿河易涝,地势低洼,常年地下水位很高,土質为黑沃沙(农民俗称),蛴螬很多。

(二)圪头等村地势低洼、易涝,地下水位常年很高,土壤为粘土,沟金针虫很多。

(三)海甸四季青、东升公社地势平坦,土壤为黃土、黑土、黑黃土(农民俗称),地下害虫都較少。但局部低洼积水地带往往沟金针虫发生亦較多(表5)。

(四)夏村黑沃砂土地,蛴螬种类以黃褐金龟甲为多;圪头等村低洼粘土地,以銅綠金龟甲占比例为大(表6)。

表 5 地下害虫密度与土壤、地势的关系(虫数/5 平方米)

土壤类别	地势	金针虫	蝼蛄	蛴螬	沙潜	土灰虻	象甲幼虫	注
黑 沃 砂	低洼	1.28	0.29	22.60	0	0	4.42	周口店夏村 7 塊地
粘 土	低洼	27.40	7.28	5.28	4.30	0.86	1.72	周口店圪头等 7 塊地
黑 黃 土	平坦	2.20	0.60	3.60	1.60	0.80	0	海甸四季青公社 5 塊地
黑 土	平坦	1.25	0.70	2.62	0	0.13	0	海甸东升公社 7 塊地
黃 砂 土	平坦	1.25	1.00	3.25	0.50	1.50	0	海甸东升公社 4 塊地

表 6 不同土壤地势各种蛴螬比例①

土壤种类	地势	各 种 蛴 螬 占 %								注
		朝鮮黑	黑	銅綠	黃褐	茶色	馬鈴薯	闊胸	其他	
黑沃砂	低洼	4.60	1.53	0	92.3	1.53	0	0	0	周口店夏村 7 塊地②
粘 土	低洼	16.00	0	72.00	12.00	0	0	0	0	周口店垆头等村 7 塊地
黑黃土	平坦	0	12.50	12.50	0	0	62.50	0	12.5	海甸四季青公社 5 塊地
黑 土	平坦	0	0	100	0	0	0	0	0	海甸东升公社 7 塊地
黃砂土	平坦	—	—	—	—	—	—	—	—	海甸东升公社 4 塊地

五 不同深翻程度与施肥量对地下害虫的影响

在我們調查过程中，凡是深翻高肥的試驗田中，大多经过 GGG 处理，所以沒有地下害虫发生。表 7 中資料是調查清楚未經杀虫药剂处理的麦田。

表 7 不同深翻、施肥地下害虫密度 (头数/5 平方米)

深翻深度 (尺)	施肥量 (万斤/亩)	金針虫	螻蛄	蛴螬	沙潛	土灰虻	象甲 幼虫	备 注
3.0	27.5	1.00	0.40	3.76	2.00	0.50	0	周口店二站村等 4 塊地
1—1.5	5.4	2.00	0.75	4.75	0.50	0.48	0.13	8 塊地
0.6—1.2	1.3	2.38	0.27	3.62	0.25	0.67	0.76	8 塊地

表 7 中所列地块的地下害虫发生数量不大。在不同深翻情况下微有这样趋势：深翻 3 尺比深翻 1—1.5 尺或浅耕 0.6 尺的地下害虫都較少；深翻深度在 0.6—1.5 尺范围内，亩施底肥 5.4 万斤，比亩施底肥 1.3 万斤的螻蛄、蛴螬数都有增加。另据海甸四季青公社西冉村試驗田資料：深翻 3 尺，亩施底肥 80 万斤，5 平方米面积内有蛴螬 10 头（多是粪内滋生的蛴螬，学名未定），而他处 3 块地深翻 3 尺，亩施底肥 10 万斤，平均有蛴螬 1.8 头；8 块地耕翻 1.2—1.5 尺，亩施底肥 5.4 万斤，平均有蛴螬 4.75 头；可見深翻后由于施底肥量的增多較之肥料量少些的（不論深翻 1 尺或 3 尺）蛴螬都多。至于在深翻

① 蛴螬包括一小部分蛹和成虫。

② 每塊地面調查面积为 5 平方米。

作用下地下害虫垂直分布的变异問題我們也作了調查，調查时期(6月間)地下害虫的垂直分布，絕大部分集居于0—20厘米土层內，深翻与否沒有变异(表3)。深翻有机械損伤害虫等作用，是减少害虫的因素；施肥往往从肥料中(尤其是牲畜粪、腐熟堆肥)带进地里許多害虫，是增加害虫的因素。在生产实践中往往深翻愈深施底肥越多，两个作用相反的因素相互矛盾，因此，在分析虫情时往往就不能辨明两个互相矛盾的因素各起作用如何，所以問題性質比較复杂，应进一步精确試驗。

六 666对小麦生長的毒害与刺激作用 及土壤处理的藥剂用量問題

666对小麦生长的毒害作用，經研究結果証明：用6% 666粉剂0.4%以下拌种并无多大影响；而在0.4%以上各品种在幼苗阶段略有不同反应，这些反应表现在出苗率降低、麦苗高度减低和根长度縮短。666土壤处理对于小麦的毒害作用則很少有文献报道。

我們在調查中发现个别的小麦丰产試驗田每亩用40—100斤1%666处理土壤，因施药量过多、不均匀而发生药害，产生“鷄爪”根的現象(图1)。在田間条件下环境因素很复杂，为彻底研究清楚产生“鷄爪”根現象的主导因素，我們参照了田間条件下的环境因素，在室內作了比較試驗，結果証明：土化肥(含10%氯化鈉)、生馬粪、生豆餅等，都不能够产生“鷄爪”根現象，而666粉剂可以很容易的产生“鷄爪”根現象。不过666不是产生“鷄爪”根的唯一因素，杀菌剂賽力散亦可使小麦产生“鷄爪”根，但是远不如666来得那样容易和明显。

“鷄爪”根是在种子生根发芽后遇过量的666而产生的。有“鷄爪”根現象的麦地，麦苗出土率降低，胚芽鞘膨脹，叶片短厚而发黃，根很短(有的仅1—3厘米)，尖端膨大，次生根数增多，状如鷄爪，故名“鷄爪”根。受药害的麦苗仍可以分蘖，但分蘖力减弱。受害輕的植株在合适的水、肥、土壤温度条件下可再生次生根。在后

期生长过程中,受害輕的再生次生根的植株能够抽穗結实;受害重者因无良好的根系保証植株营养、水分的供应,植株矮小,叶片短而狭,不能抽穗結实;受害最重的在生长过程中即干枯而死(图2),这样每亩有效穗数大大减少,收获量就自然减少。

另据室內試驗結果証明:用1% 666 粉剂折合每亩15斤, 如果施布不均匀,即可产生毒害作用,在均匀分布于30厘米土层內情况下,折合每亩70斤以上才发生毒害作用。因此在較低用量范围内, 666对小麦生长的毒害是不会发生的。

666对小麦生长具有刺激作用,在規定葯剂用量下可达到治虫增产的效果,已为过去的研究工作指出过了。我們在大田中也观察到了这种現象。在我們所作的 666 处理試驗中也証明这点:将温浸的种子发芽后,放入1% 666 折合每亩地施10斤和20斤的玻璃皿中分别处理 3 天(此时已开始产生“鷄爪”根),随后播种到无葯剂地里,結果发现經 666 处理的小麦,無論单株次生根数、每穗小穗数和每穗粒数都比对照增加(表8)。对于土壤处理引起小麦增产的細致研究已往作的很少,因此深入地研究666对小麦的刺激作用是很有实践意义的工作。

表 8 666对小麦生长的刺激作用

項目 \ 处理	对 照	亩施“666”10斤, 处理3天	亩施“666”20斤, 处理3天
单株次生根数	15.4	19.8	18.8
每穗小穗数	12.7	14.6	14.6
每穗子粒数	28.7	32.6	34.3

注: 試驗品种为春麦南大2419。

666 土壤处理葯剂用量問題,一直为大家所关心。許多研究工作者为寻求适合我国目前經济条件的土壤处理低用量办法作了很多努力。但1958年有人对低用量办法能否将害虫彻底消灭发生怀疑,因而采用了高用量办法(表2),个别的竟亩施100—200斤 (1% 666)。但是采用高用量办法的同时, 又疑惧666对小麦生长和土壤

物理化学性質及微生物活动产生不良影响。关于防治地下害虫的效果，由于受着害虫种类、施药方法、土壤性質以及耕作气候条件的限制，往往相差甚远。由此种种原因，目前对药剂用量的意見很不相同，这是有待进一步解决的問題。

根据几年来各地研究結果与使用經驗，亩施6%666粉剂1—3斤或0.5—1%666粉剂5—10斤，皆可获得优良防治效果。

如前所述，亩施1%666粉剂70斤以下，均匀施布于30厘米土层內，对小麦生长不会发生毒害作用。另据本院微生物所1958年試驗証明：每亩均匀地施用6%666粉3斤或20%666粉1斤，对土壤微生物生化活动、菌量(3种)以及已知菌种(25种)在培养基上生长都没什么影响；剂量增加十倍，則能有些影响，但过了一定時間以后影响逐漸减退；剂量增至百倍，則影响极显著。

将上述666防治害虫效果和对小麦生长及土壤微生物活动的影响綜合考虑，我們提出亩施6%666粉剂1—3斤或0.5—1%666粉剂5—10斤，作为土壤处理的剂量范围，但可依經濟条件、害虫种类及其发生程度等因素酌量增减。6%666有效成分含量較之0.5%及1%666粉剂高至6—12倍，但其价格貴的有限，显然6%666防治地下害虫更为理想。用大量的細土作为填充剂，并尽量均匀施布，是提高防治效果的有效方法。

七 綜 述

綜合上述，初步归納如下几点結論：

(一)初步調查結果 北京地区地下害虫种类及种群数量，大蠋蛄与蝼蛄都有相当数量；金針虫类以沟金針虫为优势种，細胸、褐紋金針虫較少；蝼蛄共有9种之多，以黃褐、銅綠、朝鮮黑金龟蛄为多，其他則較少，另外有沙潜1种，土灰虻1种及象甲2种。

(二)1958年北京郊区防治地下害虫工作較之往年有广泛发展，并获得显著效果；但某些地带虫群密度太大，虽經防治，残留虫量仍然很大，因此1959年仍应繼續防治。

(三) 666 土壤处理 666毒谷、666拌种各有优缺点,且受多种因素影响,防治效果往往差异很大,因而选用方法应该因虫因地制宜。

(四)地下害虫数量与分布,与土壤性质、地势、土壤潮湿与干燥程度有关。因此应查明害虫种类、分布与数量,将防治地下害虫重点放在虫害严重地区。

(五)在不同深翻施肥情况下,显示有这样趋势,深翻3尺以上对害虫有减少作用,但相差数量不显著;在深翻1—1.5尺条件下,亩施5万斤基肥比亩施1.3万斤基肥者,蝼蛄、蛴螬数都有增加,但与基肥种类有关。

(六)实行666土壤处理,如果用量过高,加以施布不均,对小麦生长有毒害作用,产生“鸡爪”根现象,在生长后期受害轻者再生次生根后仍可抽穗结实;重者则不能够抽穗结实;最重者在生长过程中干死。666对小麦生长同时具有刺激作用,试验证明:用1%666粉(折合每亩10及20斤)处理发芽的种子3天,随后种在地里,后来单株次生根数,每穗小穗数和粒数都比对照增加。

综合考虑666防治害虫的效果(尤其杀虫效果),以及对小麦生长和微生物活动的影响,亩施6%666粉剂1—3斤或0.5—1%666粉剂5—10斤,可作为土壤处理方法的剂量范围,并可依具体条件斟酌增减,应该特别提出的是要根据目前经济条件,合理用药,一方面使较大的面积都能得到防治,另一方面,也应重点地彻底消灭害虫,以期达到逐步肃清为害的目的。

(七)我们从工作中体会到地下害虫防治研究工作中有以下几个问题,值得进一步研究:

进一步研究药剂拌种、毒谷及土壤处理对于地下害虫杀虫效果,降低虫群密度以及持久效力等问题,并发掘在土壤中有持久效力的药剂,从而促进防治工作逐步推向重点肃清的阶段。

666对小麦的刺激生长作用,对土壤有益微生物活动,对土壤物理化学性质的影响,以及利用昆虫致病体(土壤微生物线虫等)

防治地下害虫等問題，都值得积极研究，为防治工作的未来发展开辟更广泛的前途。

防治地下害虫应对“症”施药，达到最大限度的、经济有效的目的；为此，必须加强害虫分类和种类调查，以及它们在土壤中活动和分布规律的研究。

主要参考材料

1. 鐘启謙 魏鴻鈞：地下害虫防治研究之一，666种子处理防治金針虫研究，1956年昆虫学报 6(4)第377—409頁。

2. 鐘启謙 魏鴻鈞 齐瑞霖：地下害虫防治研究之二，666 毒谷兼治地下害虫的研究，1957年昆虫学报 7(1)第53—65頁。

3. 鐘启謙 魏鴻鈞：地下害虫防治研究之三，666土壤处理防治地下害虫研究，1957年昆虫学报 7(3)第285—293頁。

4. 中国科学院北京微生物研究室丰产田組：666粉剂对土壤微生物有什么影响？1958年昆虫知識 4(5)第200—201頁。



正常麦苗

666药害麦苗

图1 “鸡爪”根现象



正常植株

666药害植株

图2 大田中正常植株与受药害植株比较

河北省徐水县商庄人民公社小麦 生产綜合措施經濟效果調查

北京农业大学农經系技术經濟研究組

在1959年的小麦丰产运动中，徐水县商庄人民公社的广大群众在党的领导下坚决地贯彻了农业“八字宪法”，取得了全面丰收。許多地方在种植一般麦田的同时，还搞了大面积的丰产田和带有試驗性質的高产田。他們采取了很多新措施、新办法，生产經驗极其丰富。为了从經濟效果上来分析、总结小麦丰产經驗，以促使小麦丰产运动更加广泛、深入的开展，1959年我們在河北省徐水县商庄人民公社进行了一次小麦生产綜合措施經濟效果的調查。

調查范围包括22个生产大队，在其中的5个队里着重調查了包括高产田、丰产田和一般田三种不同类型的13块麦田，共計295.5亩。选点及調查面积如下表：

表 1 商庄公社小麦生产綜合措施經濟效果調查选点①

队 别 田 类	商庄队		大寺各庄队		三岔口队		南梨园队		南徐城队		五队合計	
	块数	亩数	块数	亩数	块数	亩数	块数	亩数	块数	亩数	块数	亩数
高 产 田	1	3	1	7	1	4.2	1	3	—	—	4	17.2
丰 产 田	1	32	2	—	1	65.6	2	15	1	4.57	7	185.1
一 般 田	1	43	—	—	1	50.2	—	—	—	—	2	93.2
三类合計	3	78	3	—	3	120	3	18	1	4.57	13	295.5

这篇調查报告主要說明以下两个問題：第一，商庄人民公社

① 商庄公社这5个生产队的生产条件比较好，一般麦田的产量超过全公社的平均产量。

1959年小麦生产的成就；第二，高产田、丰产田与一般麦田经营成果的比較及其主要經驗。

一 商庄人民公社1959年小麦生产的成就

商庄人民公社在徐水县中部，現有耕地89,945亩，人口51,328人，男、女劳动力22,360人，大車843輛，耕畜2,968头。当地系平原粮食产区，冬小麦是主要的粮食作物之一。1959年种植小麦45,980亩，占耕地面积的51%。所以，提高小麦产量对于商庄公社农业的全面增产有着重大的作用。

全公社1959年小麦每亩平均产量为176斤，比1958年(113斤)增加了55.8%。由于单位面积产量增长很快，所以1959年的种植面积虽較1958年减少了22%，但是小麦的总产量仍然增加了12%。这是一个很大的成就。

商庄公社一向是小麦低产地区，几年来一般产量都在100斤左右。1959年小麦产量的迅速提高，是全面貫徹农业“八字宪法”的必然結果。例如，过去小麦每亩播种量約在16斤上下，1959年普遍实行了密植，一般每亩播种量达到30—40斤，极少数最低的也在20斤以上。过去一般秋耕地耕深4—6寸，1959年普遍深耕7—8寸。过去是一般的大田管理，1959年实现了园田化的管理方法。商庄公社1959年小麦丰产的經驗又一次証明，实行精耕細作，全面貫徹农业“八字宪法”，产量就能每年以百分之几十的高速度向前发展。

表2 商庄公社1958年与1959年小麦生产主要技术措施比較

年 份	技术措施 项目	每 亩 播种量 (斤)	耕 深 (尺)	肥 料 (粗肥, 斤)	浇 水 (次)	品 种	病虫害防治情况
1958年		16斤左右	0.4—0.6	3,000— 5,000	不浇水 或1—3次	以碧蚂1号 为主	一般地不采取防 治措施
1959年		一般的 30—40斤	0.8—0.9	一般6,000 —7,000	3次以上	同 上	大部分用666处 理土壤，用粪 力散拌种，部分 地对麦田噴撒药 物

商庄公社1959年小麦生产的重大成就，是人民公社优越性的具体表现。1958年的农业生产大跃进，为1959年小麦丰收打下了必要的物质基础，提供了一定的技术经验。

1958年商庄公社进行了大规模的土地与水利基本建设，打了400眼机井，挖了两条自流灌溉的渠道，平整了土地，整理了田区，基本上实现了灌溉机械化。这样一方面节省了大量的劳力，同时有效地抗御了春旱的威胁，及时供应了麦苗需要的水分。除了灌溉机械化以外，商庄公社在1958年建立了自己的机器拖拉机站，拥有11台拖拉机和大量的农机具。公社成立以后，实际参加生产的劳动力增加了。所有这些都是商庄公社1959年取得小麦丰收的有利条件。此外，1958年商庄公社曾经比较广泛的种植了小面积的高额丰产试验田，积累了一定的增产技术经验。可见商庄公社取得小麦丰收不是偶然的，生产力水平的提高是主要的物质技术基础。广大的干部和群众，在党的领导下，利用了这些有利条件，掀起了规模壮阔的小麦丰产运动，终于取得了重大成就。这是商庄公社1959年小麦迅速增产的基本经验。

二 高产田、丰产田与一般麦田经济效果的对比 以及小麦丰产的主要经验

4块高产田和7块丰产田的产量都比一般田要高。据各生产队资料平均，高产田每亩产量586斤，比一般田(230斤)增产155%；丰产田每亩产量449斤，比一般田增产95%；高产田和丰产田为国家提供了更多的粮食。

表3 三类麦田的产量比较

单位：斤

田 类 产 量	一 般 田	丰 产 田	高 产 田
平均亩产	230	449	586
指 数	100	195	255

高产田和丰产田所以能比一般田成倍地增产，主要由于在这两类麦田上更全面地贯彻了农业“八字宪法”，施肥量较多，耕地较深，管理更加精细。这些田块大多靠近村庄，土壤经过了改良，浇水也比较及时。

表 4 三类麦田主要技术措施比较

项目 田 类	茬 口	耕 深 (尺)	施 肥 (斤)		灌 溉 (次)	播 种 量 (斤)	品 种	病虫害防治
			粗肥	化 肥				
一般田	玉 米	0.7—0.8	1 万斤 以下	一般不用 个别50斤	3—4	50以下	碧蚂1号	部分用赛力散 拌种,666毒土
丰产田	玉米、甘薯 黍子等	0.8—0.9	1—2 万斤	平均40斤	4	25—60	碧蚂1号	同上
高产田	留麦地或 谷茬	2.0—3.0	2—6 万斤	平均130 斤	3—4	55—120	碧蚂1号	同上

三类麦田的对比说明，随着科学技术的不断发展和耕作水平的不断提高，产量就会不断的迅速增长，由原来的一百多斤到几百斤，以至上千斤。只要现有的人力、物力条件允许，完全有可能成倍的增产。

表 5 三类麦田的每亩成本与纯收入

比较项目	田 类	一般田	丰产田	高产田
每亩总用工量	劳 动 日	15.5	24.1	46.5
	人工费用(元)	11.10	17.21	33.29
	指 数	100	155	300
每亩货币支出(元)	绝对数(元)	15.05	23.4	39.39
	指 数	100	154	262
每亩成本	绝对数(元)	26.15	40.45	72.68
	指 数	100	155	278
每亩总产值	绝对数(元)	31.74	61.92	80.88
	指 数	100	195	254
每亩纯收入	绝对数(元)	5.59	21.47	8.20
	指 数	100	384	146

(一)每亩成本与每亩純收益 实行精耕細作需要投入更多的劳力和物力。商庄公社高产田和丰产田的每亩总用工量分别比一般田增加了200%和55%，一般田每亩用工15.5个(劳动日，下同)，高产田用工46.5个，丰产田用工24.1个。在货币支出方面也有相似情况，高产田和丰产田分别比一般田增加了162%和54%，因而每亩成本也相应地增多了。

由表5可以看出，和一般田相比較，丰产田每亩成本增加的較少(55%)，总产值增加的較多(95%)，因而每亩純收入增达21.47元，比一般田增加了284%；而高产田的情况則不相同，純收入虽然也比一般田增加了2.61元，但是每亩成本很大，其增加幅度(178%)超过了总产值的增加幅度(154%)。

(二)贏利率与产品成本 如果进一步看一看贏利率与产品成本，高产田經济效果較差的情况就更为明显。一般田每百元費用获得純收入21元，而高产田只有11元；一般田生产百斤小麦的成本为9.47元，而高产田則为10.34元。

表 6 三类麦田的贏利率与产品成本比較

田 类 比較項目	一 般 田	丰 产 田	高 产 田
贏 利 率 (%)	21	53	11
每百斤小麦成本(元)	9.47	7.51	10.34

在三类麦田中，最有利的是丰产田，因为它的贏利率最高(53%)，成本最低(7.51元/100斤)；既取得了高产，又降低了生产成本。

(三)劳动生产率 从三类麦田的劳动生产率看来，也以高产田为最低。高产田每个劳动日的小麦产量仅14.4斤，而丰产田为24.4斤，一般田亦达21.3斤。把活劳动消耗与物化劳动消耗合并計算，情况亦大致相似。高产田每百元直接生产費用的总产值为119元，而丰产田与一般田分別为175.9元与141.9元。

表 7 三类麦田劳动生产比較

項 目 \ 田 类		一 般 田	丰 产 田	高 产 田
每 劳 动 日	絕 对 数(斤)	21.3	24.4	14.4
小 麦 产 量	指 数	100	115	68
百元直接生 产費用的总 产值	絕 对 数(元)	141.9	175.9	119.0
	指 数	100	124	84

根据以上分析,在三类麦田中以丰产田的經济效果为最好。它的产量比較高,比一般田增长了近一倍,比1958年全公社平均产量增长了297%,即将近三倍。丰产田的成本最低,贏利率与劳动生产率最高,所以公社和生产队只要具备搞丰产田的条件,应该努力把原来一般田的耕作水平提高一步,設法扩大丰产田的面积,以使用最少的劳动消耗取得最多的产品。

但是,在目前条件下,要把全部麦田都改为丰产田,一般看来是不切合实际情况的。例如,三岔口大队的生产水平在商庄公社属于中上等,但是1959年它的丰产田和高产田面积合起来仅占麦田总面积的23.97%。我們曾經就該队的人力、物力情况进行了初步計算,如果要把全部麦田都改为丰产田,还需要增加化肥三倍,粗肥1,500万斤,劳动力和耕畜两倍以上,此外如灌溉設備、运输工具等,都需要有相应的增加。因此,尽管丰产田的經济效果最大,但是在确定丰产面积时,必須考虑到当地現有的生产条件,如果用縮小播种面积的方法集中力量去搞丰产田,很可能减少小麦的总产量,这样做是不对的,也是不能允許的。所以,为了首先保証总产量的迅速增长,在目前情况下,既要經營丰产田,又要种好一般田,只有这样,才能正确地把生产队的利益、公社的利益和国家的利益統一起来。

商庄公社的調查情况表明,从一般田到丰产田是一个发展过程。1959年大面积小麦丰产田的出現,是以1958年的农业生产大跃进为基础的,我們不能勉强去搞丰产田,但是应该努力創造有利条

件，逐步扩大丰产田的面积。

与丰产田甚至与一般田比較，搞高产田是不上算的，它的費用大，贏利率低，成本高，劳动生产率也低。但是，也不应从此得出結論說，今后不應該再搞高产田了。高产田本来就帶有試驗性質，主要目的是为了探寻进一步获得丰产的途径，以便积累經驗，在大面积上推广。因此，問題不在于要不要高产田，而在于應該严格限制在小面积上，并且要注意節約开支，降低成本，以免消耗人力、物力过多，影响其他麦田生产。

从1959年北京地区小麦丰产經驗談小麦 的播种密度、追肥和灌水問題

蔡 旭

关于小麦播种的密度，目前在有些問題上存在着不同的意見，現在談談我个人的看法。

毛主席經常教导我們，無論做什么工作，都要考虑時間、地点和条件。在1958年，全国小麦生产上存在的一个主要問題是肥料不足，播种量用多了一些，在肥、水条件好的地区，由于密度过大影响减产的只是少数，因此关键在于施肥量的問題。当然，与播种量有关的还有水，談到播种量，首先要考虑肥、水这两个前提。

京郊1958年小麦的播种量一般稍高，大体是每亩30斤至40斤。海淀区一般是40斤，多的有50斤、60斤、70斤、80斤，这个区的播种量就北京市來說是最高的；像苏家坨一带旱地，过去每亩只用十几斤种子，現在每亩增至40斤就嫌多了，对产量影响很大。

我們考虑播种量要因地制宜，把旱地与水地分开来看，旱地瘠薄，就不能与水地播同样多的种子。京郊1959年小麦单位面积平均产量是164斤，比往年提高了24%，但是这个164斤的产量水平还不算很高，我們在考虑小麦播种量时，还要把当地的生产水平考虑进去。各研究机关的丰产試驗，大都是在过高的施肥量基础上进行的，少的是几万斤、多的是几十万斤，可是大面积生产麦田的施肥量只是几千斤，多者不过2万斤，肥料供应受很大的限制。其次要考虑水的問題，每年墒情不同，1959年雨水多是百年难遇的；墒情好可以适当增加播种量，墒情差时要适当减少播种量。

另一方面，也要考虑小麦播种期問題，农諺說得好：“秋分麦子

正当时”，說明在北京地区秋分季节种麦子最适时，但是播种的早晚也要根据当年的气候来决定。在当年气候干旱需要搶墒播种时，旱地播种的麦子出苗期比較长，一般要7—8天才出苗，出苗后发育也慢，不怕冬前旺长，所以在干旱年份提早到白露节播种也可以。1959年北京地区雨水充足，不要播得太早，太早了容易旺长，1959年在白露到秋分之間(9月15日前后)开始播种，工作抓紧些，能在十天到半个月期間播完，正是秋分节前后，時間上恰恰合适。总之，1959年不需要太提早播种，水澆地更不能提早播种。

播种量的問題，目前意見大体是一致的，只小有出入，值得研究的是旱地播种量問題。周口店区提出1959年播种量是20斤至30斤，丰台区是25斤至35斤，这样就嫌高了。根据过去雨水充足的年份的經驗，播种20斤就可以有200多斤的产量，如在蘆沟桥有一块瘠薄的沙土地，每亩播种20斤可收200多斤，因此，瘠薄的旱地应考虑播种量在15斤至25斤之間。1959年墒情好，可以适当把播种量从15斤提高到20斤左右。旱地肥水不足，播种多了长不起来，即使长出来穗子也小；每亩要求150斤到250斤的产量，有15万至20万穗，播种量在20斤左右就可以了。在好一点条件的地，如果肥料較多，要求产量300—400斤的，每亩可以播25斤种子。

水澆地每亩用多少种子呢？

大兴区农林局有个播种量对比試驗，每亩播种量从30斤、40斤、50斤、60斤到70斤，以播种30斤的产量为最高，每亩产量为748斤。平谷县城关公社西高村也作了播种量对比試驗，每亩播种量从30斤起，多的播种到200斤，也証明以播种30斤的产量为最高。他們的試驗結果是：每亩播种30斤的，产量是913斤；播种50斤的，产量是743斤；而播种70斤的，产量却只有500多斤；这就說明播种量增加，产量并不随着增加，甚至会减少。再以大兴区紅星公社金星大队的試驗来看，每亩播种30斤的，产量是798斤，播种70斤的，产量是618斤；播种90斤的，产量是518斤，也是以每亩播种30斤的产量最高。所以說，在京郊要求每亩产量700—800斤水平的，播种量以

30斤为宜。另外，其他地方还有许多調查，大体上每亩产量在500斤左右，用25—30斤的播种量还是合适的。

我們再看看其他地区，河南全民办科学搞的很好，很多县都有播种量的对比試驗，每亩播种量从十余斤到几百斤，播种方式是各式各样的。就所看到的12个播种量試驗結果來說，其中有7个是以播种量30斤的产量为高产，这7个試驗的产量水平在500—700斤之間。有2个是以播种量20斤的产量为最高，产量水平在200—500斤之間；有2个是以播种量40斤产量为最高，产量水平在500—600斤之間；有一个是以播种量15斤的产量为最高，产量水平在200—500斤之間。

河南偃师有个1万亩的小麦大面积丰产方，平均每亩产量是608斤，据24个典型田块的播种量与产量的关系的調查，其中以播种量30斤的产量为最高，达到624斤，播种量25斤的产量是582斤，播种量17—18斤的产量是438斤，所有这些試驗和生产实践結果都說明以每亩播种量30斤的产量为最好。

当然，河南省与京郊的情况不同，但我們可以參考一下，說明每亩30斤的播种量是合适的。从以上这些資料还看出播种量也不能太少，在同样肥、水的条件下，每亩播种量在15斤以下的比播种15斤以上的减产，所以我們說每亩播种量不能低于15斤。几年来，全国广泛的生产实践有力地証明了，在密植基础上适当提高播种量是能够增产的，我們也該承認1958年有的地方播种量是偏高了一些，但是我們决不主张再走回头路，每亩只播种七、八斤种子。

丰台区的张仪村有200多亩麦田，每亩播种量是25斤，用的种子是农大15号，結果获得平均每亩500多斤的产量。八宝山的例子值得研究，他們播种用的品种大部分是碧蚂1号(有758亩)，占麦田面积的50%。碧蚂1号分蘖弱，冬天容易受冻害，播种量多多有它的原因，但每亩播种50斤是太高了，用40斤也还可以。播种量的多少还要看品种分蘖情况，若用农大183品种，一般每亩30斤，最多用35斤。

南郊农場小麦每亩有700—800斤的产量，有效穗数是70—80万，可是他們怕倒伏不敢澆水，返青后只澆了一、二水，本来亩产估計可以达到千斤，結果只收了700多斤，麦穗每穗只有12—13粒，最多的每穗16粒，这是由于密度增加，每个个体发育不好，特别是每穗粒数减少，影响了产量。

1959年农大試驗站的小麦丰产田每亩播种量是73斤，在250余亩的土地上平均产量500多斤，其中有50亩平均亩产700斤，比我們原来的要求低多了。主要原因是怕倒伏不敢澆水，到4月28日才澆了第一水，結果每穗的粒数减少的很厉害，每穗只有13—14粒。假如我們减少播种量，爭取每穗粒数增多，粒重增加，也还是可以爭得更高产量的。所以我們說每亩40斤以上的播种量有一定的风险，因为每亩有效穗数超过70—80万穗时，我們不易掌握它的生长，特别是澆水不好掌握，风险很大。为什么我們不采取播种30—40斤能有千斤的产量而非要播更多的种子打700斤呢？因此，在水肥条件好的情况下碧蚂1号种子最多播40斤；农大183分蘖多，最多播35斤。

至于在高肥条件下的高产試驗田，播种量是多好呢，还是少好呢？这点还值得研究，要通过試驗来証明。但是就1959年的千斤亩來說，播种量都在30到40斤之間。所以我們認為1959年秋在高肥条件下每亩播种量仍以30—40斤为宜。

我的具体建議是：要因地制宜地根据所要求的产量水平考虑播种量，提出每亩的株数，以及要达到的每亩有效穗数。現分別說明如下：

第一，每亩产量水平要求在150斤—200斤的，要求每亩株数有15万左右，每亩有效穗数在15—25万穗，播种量是15—20斤。

第二，每亩产量水平要求在300—500斤的，每亩至少得有株数20—25万，爭取有35—40万穗，播种量是20—25斤。

第三，每亩产量水平在500—700斤的，应有株数25—35万，保証有穗30—45万，播种量是25—30斤。

第四，要求每亩产量在700—1,000斤的，至少得有40万株，爭

取50—60万穗，播种量是30—40斤。一般看来，每亩60万到70万穗，产量就不稳定。

依靠主穗还是依靠分蘖这个问题，我想简单说明一下，没有分蘖的单干思想不行，播种太少依靠分蘖的想法也不合适。

小麦是具有分蘖特性的作物，不论瘠地和肥地都要有一定的分蘖穗，才是丰产的标志。在瘠薄旱地，如果播种量过多，每亩株数超过它的地力所能承担的数量，就会没有分蘖穗，同时也影响单株的发育，因此产量降低。在肥水充足的麦地，如果播种量过多，由于每亩株数和穗数过于稠密，形成郁闭，单干独穗，单株的发育不好，每穗粒数减少，更常见的是容易发生倒伏。1959年的大量资料都证明具有分蘖穗的获得丰产。但是值得注意的是分蘖穗也不宜过多，过多的分蘖穗是在播种量较少的情况下发生；分蘖穗一般说来不如主穗健壮，所以播种量也不可太少。所谓播种量过多也不好，过稀也不好，这完全是相对的，要根据土壤肥水条件来决定。瘠薄旱地播种量可用15斤，随着土壤肥水条件的提高，播种量可以逐步增加，最多到30斤至40斤，保持每亩穗数不超过60万，以有65%到85%的主穗，即每株有0.3—0.6个分蘖穗最合适。所以我们应根据肥水条件恰如其分的增加播种量以控制无效分蘖，提高主穗率，从而增加单位面积内的健壮穗数，获得丰产。

再谈谈追肥时间问题。就是什么时候用肥料效果最经济？怎样以最少的肥料取得最好的效果？从北京地区条件来看，如果肥料有限，在3月底到4月初小麦穗分化的始期追施一次化肥最合适；如果肥料较多，可以分两次施：第一次在返青期，第二次在3月下旬施比较合适；如果肥料很多，可以追施三次：头两次同前面一样，第三次在4月下旬追施为好。

灌水问题。灌水要看土壤中水分的变化，如果冻水灌的足，在3月上、中旬化冻时土壤中水分充足，可以不浇水，浇了水反而使土壤板结，温度降低，引起徒长。

近年来对拔节水要不要灌有争论，最好根据具体条件来决定。

如果在高肥条件情况下，澆拔节水是不合适的，这样容易引起基部莖节伸长，莖秆软弱，同时那时的叶片丛集在一起，叶片长大，容易造成封壟郁閉現象，加上湿度大，温度較高，很容易倒伏。在拔节后叶子疏散，阳光透进基部莖节，倒伏就不会像拔节时候那么容易发生，所以說苗期的倒伏关键在拔节期，这时因为郁閉本来容易倒伏，如果灌了水就更要倒了。根据老乡的经验，提前澆起身水，这样到拔节时温度高、蒸发量大时，就不致缺水，等长到二个节以后再澆水，这样就不致因在拔节期间缺水而影响穗分化，同时也可避免倒伏。但是应该說明，在肥力水平低的情况下，拔节期澆水是沒有关系的，因为在这种地里根本不会发生倒伏。

要不要澆揚花水、灌漿水？这要看天时来决定。北京地区澆三水是有必要的，就是起身水、拔节水和孕穗水。第一水在4月上旬，第二水在4月下旬，第三水在5月以后，至于以后要否灌水，完全要看有无下雨而定。总之，灌漿时（即在5月下旬到6月上旬期间）也不能缺水，如果缺这一水，会严重影响粒重，一亩地就可能减产几十斤。

关于小麦丰产的若干問題

卜慕华

1959年8月10日到12日，北京市科学技术协会筹委会作物学会召开了一次小麦丰产科学討論会。出席會議的有京郊各区的生产领导者，有經驗丰富的老农，有科学研究工作者。在研究工作者里面，有农学、植物生理学、植物生态形态学、土壤学、肥料学、微生物学、农业气象学等各門学科的老专家与青年专家。大家曾从各个角度对小麦丰产进行了調查研究。会上，大家根据自己調查研究所得，进行了热烈的討論，对小麦丰产的若干技术問題提出了意見。本文是作者根据會議的討論情况和有关資料撰写的。

一 深耕的优越性

在北京科协作物学会召开的小麦丰产科学討論会上有关深耕問題的報告共有4篇，全都肯定了深耕的优越性。中国农业科学院土壤肥料研究所及中国科学院小麦丰产組，都証明深耕結合施肥后加厚了松土层，創造了作物根系生长所需要的适宜孔隙度，增加了土壤含水率，提高了冬季土壤温度。微生物研究所証明在深耕多肥的条件下，增加了菌的总量，也增加了菌的活动能力，呼吸能力和分解纖維强度都增加了，碳氮比值降低，土壤中可給性养分增多，給小麦根部創造了优良的生长环境。土壤肥料研究所提出深耕还可以調节土壤水分和空气、持水性和透水性原来并存的矛盾，也就是說把多年遺留的犁底层耕破以后，既增加了透气性又增强了透水性，持水量和含水量都增加了，土壤內养分的儲备空間也扩大了。总之，深耕后土层內化学性、物理性都有了改善，这样可以使小

麦长得更好。生产单位也都肯定了深耕的增产效果。

二 深耕有没有限度

深耕有没有限度呢？大家認識也是一致的，是有限度的。不仅由于劳动力消耗过大和经济核算上划不来而应有限度，就是在自然现象中观察，也是过深了反而有坏处。无论从土壤肥料研究所、中国科学院或农业机械化学院各方面的材料来看，情况都是如此。土地尽管耕到3尺或更深，而小麦的根系密集层仍旧主要分布在0—20厘米处，这里约占全根量的40—45%；在0—50厘米土层内，共占总根量的65%左右。下层根系虽然随耕深有向下延长趋势，但数量很微，到100厘米土层以下，根量最多不超过5%。因此，耕得过深时效果并不显著。根据微生物方面的研究，耕层过深之后，下层土壤增殖了一些嫌气性微生物，使环境还原性增强，不利于植物根系呼吸，其中反硫化菌能使硫酸盐还原成二硫化氢，造成根部中毒，这可能是为什么有些試驗田耕得过深以后，小麦的根反而不下扎的一个原因。

就研究的结果来看，在有肥料配合的情况下，以深耕到50厘米（即1.5尺）为最合适。考虑到目前的劳力与其他条件，大家認為目前生产上的深耕适度应为6寸到1尺，在二、三年内分期完成，这是既能增产又完全可以办得到的。

三 肥料施多少，什么时候施

在施肥灌水方面有5篇报告。增施肥料能增产是容易理解的事，但大家最关心的是施多少和什么时候施用。我国土地广大，在肥料还不太充裕的情况下，应该注意怎样施肥最为经济有效。土壤肥料研究所进行的“麦田土壤、小麦植株及籽粒的含氮、磷、钾分析工作”引起了大家的注意。结果说明，施肥量增加，产量固然可以增加，但在近似的施肥量下，植株的利用率常常有很大的差异，以致产量幅度很不相同。如北京海淀区大钟寺人民公社一块小麦地，

亩施純氮折合30斤，利用率高达53.7%，亩产695斤，而河南偃师岳滩大队一块麦地亩施純氮48斤，利用率只有23.1%，亩产只493斤。这說明施肥技术不当时，会大大减低利用率。前者用了土粪1万斤做基肥，后者用了5,000斤土粪做基肥，6,000斤做腊肥，很可能腊肥的作用很小，因此减低了利用率。栽培小麦最成功的結果是能够高度吸收土壤中的养分，充分供应子实，使籽粒与**藁**稈产量的比值加大；不成功的小麦栽培所得的結果常常与此相反。根据四槐人民公社亩产400—600斤小麦的材料分析結果，肥料利用率氮自23.1%到53.7%，磷自21.8%到26.7%，鉀自23.9%到32.9%；每百斤籽粒需氮为2.22到3.21斤，磷为1.15斤到1.87斤，鉀为3.31到4.87斤；籽粒与**藁**稈的比值从1:1.58到1:2.83。这里面程度的不同，就是由于肥料利用率有差异，有的施肥经济，有的就不经济。高度的施肥同样也降低了利用率。如中国农业科学院的对照田，每亩施氮肥144斤，亩产小麦712斤，虽然籽实中含氮量高达2.37%（亩施氮30—40斤的籽实含氮量为1.5%上下），改善了品質，但肥料利用率只有21.37%。就目前我国肥料现状来看，除了少数試驗田外，如果在生产上也集中在少数田中高度施肥，显然是不经济的。要提倡施得普遍，施得经济。

大家在討論时虽然同意中国科学院土壤队重視施用基肥的論点，但对所提“亩施基肥万斤以上，就比施万斤的不再显著地增产”的說法和“如果基肥用量不足，后期即使追肥灌水也难高产”的說法，有不同意見。認為每亩1万斤基肥还不是高限，多施还可以增产。在基肥不足时，如果后期能及时追肥灌水，是同样可以获得高产的。

对于北京地区在冬季施用蒙头粪有无必要，有不少爭論。多数認為蒙头粪施撒在地表，肥分損失严重，小麦吸收很少，不如改用为基肥。但也有人認為蒙头粪在冬季有保温护苗作用，但必須肥层較厚才有效果。就全面施肥来看，土粪仍以作基肥为宜；但如小麦底粪原来不足，冬季积存了些肥料，也可以把这些肥料与細土混合，施在麦壠以內，这对来年小麦返青生长是有利的。

中国科学院植物研究所从小麦生长锥的发育观察上看出，在穗分化时施肥灌水效果最显著，可以增加穗长与小穗数。土壤肥料研究所根据植株分析结果，也认为返青拔节期是小麦积累养分最重要时期，所以这时是追肥的最重要时期。在孕穗出穗时施肥可增加籽粒数目及饱满度，所以在有条件地区这时候也不宜缺肥缺水。

施肥过多会产生不利影响。中国科学院小麦试验田亩施40万斤土粪时，土壤含盐量达到0.25%，影响了根系的生长。中国农业科学院亩施氮肥1,750斤的试验田，小麦只吸收了30斤，收获后土壤中遗留了520斤，其余1,200斤都损失了。小麦在过高肥力下生长也极不正常，因此施肥过多是浪费的。

根据目前生产条件来看，一般土地还嫌氮肥过少，只要有肥就应施用。就利用率讲，瘦地施肥要比肥地高，灌溉地施肥要比旱地高。施肥要合理，一般土粪做基肥，速效肥做追肥。灌溉地亩施肥5,000—15,000斤，用5斤硫酸铵做种肥，15—20斤硫酸铵做追肥，可以获得400—700斤的产量。要求千斤的产量，每亩需要施土粪20,000—30,000斤，种肥5斤，硫酸铵30—40斤作追肥。追肥数量不多时，应在返青拔节时一次施用，数量充裕时可分两次施用。

四 合理密植的问题

密植报告有8篇之多，研究内容也很深入。除了观察不同密度的株、穗、粒数量变化外，有些研究机关、院校还做了形态解剖及群落内部生态因子如光质光量、温湿度、二氧化碳等方面观测。大家对密植问题的兴趣最浓厚。就北京地区各方面研究结果来看，合理密植肯定是增产的中心环节。从低肥力到中等肥力亩产600斤以下水平的土地，在配合施肥的情况下，随着播种量的逐渐提高，株数穗数都成正比例地增加，在初增加时，由于肥力的递增，每穗粒数也同样增加，因此产量提高。到穗数增加到一定限度后，每穗粒数开始减少，但穗数增加多，每穗粒数降低慢，因此全田总粒数仍旧增加，产量继续上升。当穗数再度提高到另一限度，由于早期倒伏或生长不

正常,每穗粒数显著降低,所增的穗数不能抵偿减少的粒数,产量乃轉向下降。这就是密植的轉折点。会上談到播种量的幅度时,認為可根据不同的条件掌握在15斤到40斤之間。根据大家研究及实践結果,在京郊中等肥力灌溉地上以每亩播种量20—30斤,保持基本苗25万至35万株,成穗40万至60万个为合理范围,是比較一致的看法。看法不同的是旱地、薄地的播种量究竟少些好,还是多些好?高度肥沃地播种量是少些好,还是多些好?在旱地、薄地方面,丰台区辛店公社就主张旱地用种比灌溉地多5斤,每亩用25—35斤,以保証有一定穗数爭取多收。大部分認為在肥水都缺的情况下,播种多了养分不足以供养幼苗生长,植株发育极为矮小,不如播种較少、分布均匀的生长得好。就京郊旱地麦田來說,在通常情况下,应在原来基础上提高到亩播15—20斤比較合适;等到肥力提高、水利兴办以后,播种量可以适当增加。

当地力提到更高水平以后,幼苗植株生长繁茂,早期分蘖旺盛,如果播种量过多,易于形成苗期郁閉,不利莖稈的坚强发育,此时又必須将播种量适当降低,以促使生长健壮的有效分蘖;如果达到高产千斤上下的地力水平时,应该考虑到这种情况。

五 增产靠主穗还是靠分蘖

关于产量依靠主穗还是分蘖問題,大家的認識是比較一致的。在亩产600斤以下的麦田,大田单株分蘖一般为1.1—1.6之間,也就是一个主蘖只有0.1到0.6个分蘖,主穗率約占全部穗数60—90%,这时只要肥力跟得上,增株增穗即可增产,因此产量系依靠主穗,要保証有足够的主穗数目。但是,依靠主穗并不是只靠主穗,实现高产必須包括一部分分蘖穗,如果分蘖穗不能形成,那一定是由于营养或光綫不足所致,因而影响全株健全生长,产量不能提高。根据观察所得,要是冬前麦株能生长3—5个分蘖,永久根同样会生长良好;麦叶在入冬后匍匐如菊花瓣,来年就能形成若干分蘖穗,长当好麦子。反之,要是植株拥挤,幼苗上不形成分蘖,不发生

永久根，生长将极不正常，总的成穗数低于植株数，产量将大为降底。但就目前大田水平来看，单株分蘖还不易越过1.6，分蘖穗终究在产量上占次要地位。在我国目前希望将全国平均麦产量亩产不足200斤提高到600斤这一阶段，强调依靠主穗是主要的。在依靠主穗的同时，在栽培水平上还要争取分蘖穗比率的提高，产量才能不断增高，这是互为作用的辩证关系。

在防止倒伏方面，除了肥水因素以外，苗期在过度拥挤、光照不足的情况下，麦莖节间细长，机械组织很不发达，表层细胞不能木质化，就会形成苗期倒伏。这时只有通过疏苗透光，才能改善倒伏情况。有的播种量在初期幼苗生长合适，但到拔节起身后仍嫌过密，以致形成出穗前后莖软倒伏减产。因此，确定播种量时，必须考虑到基本苗数、地力程度、分蘖数、成长后的植株密集阴蔽程度，才能使生长全期不倒伏而最后获致丰产。

一般后期倒伏的麦田，多为肥力较高、生长繁茂、有可能获致高产的。北京农业大学部分同志提出了后期倒伏为丰产标志的说法，但是不少同志认为这种说法不够确切。固然，低产小麦不会倒伏，丰产田倒伏的可能性较大，而且后者的产量还可能超过前者，但倒伏终久是病象，发生了总会影响产量，只有在丰产的基础上充分克服了倒伏现象，使小麦丰产到底，才是我们追求的目的。

总的来讲，大家对1959年京郊地区的播种密度的看法已大体接近，但是还应注意的一点是许多麦田播种后出苗差，成株率低，一般在70%上下，有的低到50%，除了设法提高整地播种质量外，在暂时无法克服的情况下，就不能不按实际成株率来增加播种量，以免基本苗过少，达不到所要求的成穗数。此外，延庆地处关外，气候寒冷，有些地区因故播种期较迟，都可适当多播一些。

六 播种期和品种

除此以外，会上还谈到播种期问题。中国科学院植物研究所根据1958年麦苗生长情况，认为京郊最适播期为9月15—23日；不少

同志認為播期應與其他條件結合考慮。如在旱地，由於冬前生育較差，可以略為提早播種，灌溉地、肥地卻可適當推遲，以免冬前生長過旺易受凍害。本地品種紅芒白、齊頭白抗寒力、冬性都強，可以適當早播。改良品種適宜種灌溉地，一般抗寒力較弱，尤其碧螞1號為半冬性品種，不能播種過早，過早了不僅易受凍害，還易誘致銹病發生，但播種過晚，麥苗發育不足，勢必形成減產。一般說來，在關內各區仍以“白露早、寒露遲、秋分種麥正當時”的農諺提法為最恰當。農業氣象研究室的研究結果也証明了這點。延慶地區入冬較早，則提早到白露播種較為合適。一般早播可以適當減少播種量，遲播的應適當增加。

在品種方面，由於1958年碧螞1號調入後表現生長良好，穗大粒飽，為農民所喜愛，爭欲擴種。但考慮到這一品種原產陝西武功，屬半冬性，抗寒力不強，1958年冬北京絕對最低溫度只為 -18°C ，較往年高 $2-4^{\circ}\text{C}$ ，因此能安全越過冬天，在延慶低溫達到 -28°C 時，即發生30—60%的凍害。在北京的冬季氣候條件下，碧螞1號不是可靠的应用品種，目前灌溉地仍以应用農大183、農大90、華北187、早洋麥；旱地用1885、紅芒白、齊頭白等品種為好。碧螞1號只可在少數的肥水地種植。



S0026013

66.11~~23~~

171

1959年大京
地区冬小麦
栽培研究报告
选集

1961.2.8 田家惠

1961.2.9 祝仲平

66.11~~23~~

171



